DIE NATURWISSENSCHAFTEN

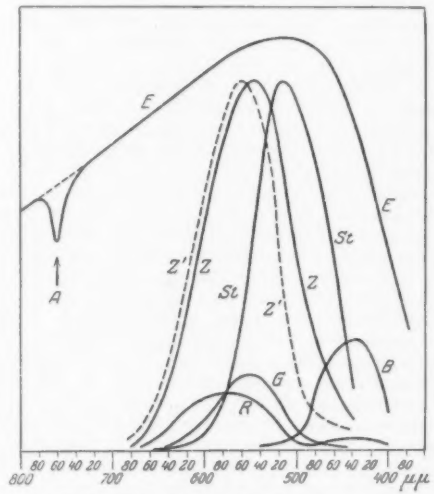
Zwölfter Jahrgang | 7. November 1924 | Heft 45

Über den Ursprung der Empfindlichkeitskurven des Auges.

Von Erwin Schrödinger, Zürich.

Bekanntlich ist unser Auge nur für einen verhältnismäßig kleinen Teil der Strahlung, die ein glühender Körper aussendet, empfänglich; das *sichtbare* Gebiet des Wärmespektrums erstreckt sich von etwa $\lambda = 800\ \mu\mu$ bis $\lambda = 400\ \mu\mu$. Fragt man sich, *warum* wir unseren Lichtsinn gerade in diesem Bereich ausgebildet haben und nicht in einem anderen, bei größeren oder kleineren Wellenlängen, so kann die Antwort nicht zweifelhaft sein. Das sichtbare Gebiet liegt nämlich *zu beiden Seiten des Intensitätsmaximums der Sonnenstrahlung*. Es scheint, daß sich das Auge auf bestmögliche Ausnützung derjenigen Lichtquelle eingestellt hat, die vor menschlicher Kultur fast die einzige in Betracht kommende war[1]). Sozusagen als „Nebenbedingungen" bei dieser biologischen Maximumsaufgabe wird man sich gewisse Beschränkungen der organischen Konstruktionsmöglichkeit zu denken haben, welche z. B. eine größere spektrale Ausdehnung des Sehbereiches, im Vergleich zu dem geringen Vorteil den sie gebracht hätte, zu sehr erschwert haben mögen.

In beistehender Figur ist *E* die Energiekurve der Sonne, nach den Messungen Abbots[2]) berechnet, für solche mittlere Verhältnisse, wie sie bei Bildung des Sehorgans durchschnittlich in Betracht gekommen sein mögen: Meeresniveau (Washington), 45° Sonnenhöhe. Das Maximum der Strahlung findet sich unter diesen Verhältnissen bei etwa $\lambda = 515\ \mu\mu$ im Blaugrün. Bemerkenswert ist das viel steilere Absinken der Kurve gegen kurze Wellen als gegen lange Wellen hin, was von der vereinigten Wirkung der Absorption in der Sonne selbst[3]) und in der Erdatmosphäre herrührt. (Die starke Sauerstoffabsorption bei der Fraunhoferschen Linie *A*, $\lambda = 760\ \mu\mu$, ist nach älteren Messungen Langleys nur schätzungsweise hineinkorrigiert, für uns übrigens ohne Belang.) *Z* bzw. *Z'* ist die sog. *Zapfenkurve* nach Messungen zweier verschiedener Beobachter[1]). Es ist das die aus Helligkeitsmessungen im Spektrum *errechnete* Helligkeitsverteilung für ein helladaptiertes Auge in



E Energieverteilung der Sonne.
Z, *Z'* Zapfenkurve nach H. Bender. / F. Exner.
St Stäbchenkurve.
R G B Rot-, Grün-, Blaukurve.

einem *idealen* Spektrum von *konstanter* Energie, dessen *E*-Kurve durch eine horizontale Gerade gegeben wäre, dem entlang geführt ein Energiemesser (Bolometer oder Thermosäule) *konstanten* Ausschlag zeigen würde. Die Ordinaten der *Z*-Kurve sind also ein Maß für die Helligkeit, welche *gleiche* Energiemengen *von verschiedener Wellen-*

[1]) So viel mir bekannt, hat diesen Gedanken zum ersten Mal klar ausgesprochen Otto Lummer, Ziele der Leuchttechnik (§ 86). München und Berlin 1918. Lummer zeigt umgekehrt, daß unser Auge *so, wie es ist*, unter allen Temperaturstrahlern einen glühenden Körper *von Sonnentemperatur* am besten ausnützt. Das ist der Grund, weshalb wir aus Ökonomiegründen uns bemühen müssen, unsere künstlichen Lichtquellen der Sonnentemperatur zu nähern!

[2]) C. G. Abbot, Astrophysical Journal **34**, 197. 1911. — Die Fläche zwischen irgend zwei Ordinaten der *E*-Kurve ist ein Maß der Energie, die auf das betreffende Wellenlängenintervall im Spektrum der irdischen Sonnenstrahlung entfällt.

[3]) Siehe E. A. Milne, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **81**, 375. 1921.

[1]) Durch Anführung *zweier* Kurven wollen wir die individuelle Variationsbreite illustrieren. *Z* ist von der *jungen* Hedwig Bender mit dem Flimmerphotometer gewonnen (s. O. Lummer, l. c. S. 61), *Z'* von dem *siebzigjährigen* Franz Exner nach direkter Methode (Sitzungsber. d. Akad. Wien, Mathem.-naturw. Kl. II a **129**, 41. 1920; berechnet von F. Aigner, ibid. **131**, 305. 1922). Die Verlagerung der Kurven gegeneinander wird zum größten Teil auf der stärkeren Färbung des *gelben Flecks* in älteren Augen beruhen, wodurch das kurzwellige Licht stärker absorbiert wird.

länge im Auge hervorbringen, man kann sagen: für die spektrale Empfindlichkeitsverteilung des Auges. Das Empfindlichkeitsmaximum liegt *im Gelbgrün* bei $\lambda = 550\ \mu\mu$ bis $560\ \mu\mu$, also merklich *rotwärts* vom Energiemaximum der irdischen Sonnenstrahlung. Das erklärt sich nach unserer biologischen Hypothese wohl hinlänglich aus dem stark unsymmetrischen Verlauf der *E*-Kurve. Es ist klar, daß eine etwas bessere Ausnützung erzielt wird, wenn das Empfindlichkeitsmaximum ein wenig nach der Seite des sanfteren Abfalles der *E*-Kurve verschoben ist.

Das bisher Gesagte bezieht sich auf die Helligkeitsempfindung bei der gewöhnlichen Art des Sehens mit normal-helladaptiertem Auge, physiologisch gesprochen auf die Tätigkeit der Netzhaut*zapfen*. Nun besitzen wir, wie man heute weiß, noch einen zweiten Sehapparat, die sog. *Stäbchen*, die, mit den Zapfen vermischt, palisadenförmig die Netzhaut bedecken, und zwar besonders zahlreich die peripheren Teile, wo die Zapfen immer seltener werden, während in einer kleinen Umgebung der Stelle des deutlichsten Sehens (ca. $1^1/_2°$ Winkeldurchmesser) nur die hier besonders dicht stehenden Zapfen vorhanden sind. Im Gegensatz zu den Zapfen vermitteln die Stäbchen eine fast farblose (vielleicht ein wenig bläuliche) Empfindung, deren Qualität von der Wellenlänge unabhängig ist — sie sind *total farbenblind*. Die zweite hervorstechende Eigenschaft des Stäbchenapparates ist seine außerordentlich große Anpassungsfähigkeit an geringe Lichtstärken. Je mehr die allgemeine Erhellung unserer Umgebung abnimmt, um so mehr mischt sich in das sog. *Tagessehen* der Zapfen das *„Stäbchensehen"* und bleibt schließlich bei niederen Lichtstärken allein zurück [sog. „Dämmerungssehen"[1])]. Das macht die getrennte Bestimmung der spektralen Empfindlichkeitskurve des Stäbchenapparates möglich, und es zeigt sich [Kurve *St* unserer Figur[2])], daß sie gegenüber der Zapfenkurven stark gegen kurze Wellenlängen verlagert ist, sie hat ihr Maximum bei etwa $\lambda = 517\ \mu\mu$[3]) im *Blaugrün*. Eine stark in die Augen fallende Folge dieser Verschiebung ist für jedermann leicht zu beobachten, z. B. in einer Bildergalerie bei einbrechender Dämmerung. Infolge wachsender Beteiligung des Stäbchensehens nimmt die Helligkeit der roten Farbtöne viel stärker ab als die der blauen, welch letztere im Vergleich eine eigentümlich starke Leuchtkraft gewinnen (Purkinjesches Phänomen); durch plötzliches Einschalten einer starken künstlichen Lichtquelle kann man das Helligkeitsverhältnis wieder umkehren und gewinnt dann einen sehr starken Eindruck von der Tatsache, die sich für die exakte Messung in der besprochenen Verlagerung des Kurvengipfels ausspricht.

Woher rührt nun diese merkwürdige Verlagerung der Stäbchenkurve nach kurzen Wellenlängen? Ich erinnere mich nicht, irgendwo den Versuch einer Erklärung dafür gefunden zu haben. Im vollen Bewußtsein, daß ich nur über einen Teil der zur Beurteilung dieser Frage nötigen Kenntnis verfüge, möchte ich gleichwohl hier einige Erklärungsmöglichkeiten zur Diskussion stellen, sei es auch nur, um die Aufmerksamkeit anderer darauf zu lenken, die zu ihrer Beurteilung berufener sind.

Erstens wäre es natürlich möglich, daß der innere Mechanismus des Stäbchenapparates, seine organischen Konstruktionsbedingungen, von denen des Zapfenapparates so stark abweichen, daß bei der „biologischen Maximumsaufgabe" bestmöglicher Ausnützung der zur Verfügung stehenden Lichtquelle die „veränderten Nebenbedingungen" zu einer etwas verschiedenen Lösung geführt haben. Eine solche Erklärung annehmen, hieße natürlich die Flinte ins Korn werfen und auf eine eigentliche Erklärung verzichten. Nach den neuerdings von F. EXNER[1]) und F. AIGNER[2]) vertretenen Ansichten über die Natur der Netzhauterregung ist es überdies wahrscheinlich, daß der Mechanismus des Stäbchensehens und des Zapfensehens qualitativ der nämliche ist. Danach soll es sich in allen Fällen um *elektromagnetische Resonnatoren* in den Nervenenden handeln, die innerhalb eines gewissen Resonanzbereiches auf die verschiedenen Wellenlängen nach einer von anderen physikalischen Erscheinungen her wohlbekannten *Resonanzkurve* ansprechen, wobei Lage und Breite des Resonanzgebietes durch zwei physikalische Konstanten des Resonators (Eigenschwingungszahl und Dämpfung) bestimmt sind. Diese Resonatorenkonstanten wären also dasjenige, was sich den äußeren Bedingungen biologisch angepaßt hat. Dabei müssen — worauf wir im Augenblick nicht näher eingehen wollen — für das farbige Zapfensehen *drei* verschiedene Resonatorenarten in Anspruch genommen werden; ihre Resonanzgebiete werden durch die Kurven R(„Rot"), G(„Grün"), B(„Blau") der Figur dargestellt, aus denen sich durch gewisse additive Verknüpfung die Z-Kurve zusammensetzt[3]). Dagegen sollen die Stäbchen nur *eine* Resonatorenart enthalten, deren Resonanzgebiet direkt durch die *St*-Kurve dargestellt wird. Warum haben nun — so würden wir in der Sprache dieser speziellen Theorie fragen — die Stäbchenresona-

[1]) Man vgl. z. B. MÜLLER-POUILLET, Lehrbuch der Physik, 10. Aufl., Bd. II, 3 (O. LUMMER) S. 399 ff. — Der Begründer der „Duplizitätstheorie" ist v. KRIES.

[2]) Nach LUMMER, Ziele der Leuchttechnik S. 61. — In Wahrheit ist die hier benützte Kurve durch Messungen an Totalfarbenblinden gewonnen, die in der Mehrzahl reine Stäbchenseher sind.

[3]) Siehe auch F. EXNER, Sitzungsber. d. Akad. Wien, Mathem.-naturw. Kl. **131**, 622. 1922. Angabe über *Monochromat Beyssell*.

[1]) F. EXNER, Sitzungsber. d. Akad. Wien, Mathem.-naturw. Kl. IIa **131**, 615. 1922.

[2]) F. AIGNER, ibid. S. 299.

[3]) Die „Blaukurve" spielt dabei fast keine Rolle. Die Helligkeitsempfindung hängt fast ausschließlich an der Rot- und Grünempfindung. Siehe F. EXNER, Sitzungsber. d. Akad. Wien, Mathem.-naturw. Kl. **129**, 27. 1920.

toren ihr Ansprechgebiet so viel weiter nach Blau verschoben als diejenigen Zapfenresonatoren, die hauptsächlich die Helligkeit im Tagessehen vermitteln? (D. i. die Rot- und Grünresonatoren.)

Eine wirkliche Erklärung, welche sich nicht auf unbekannte organische Konstruktionsbedingungen beruft, kann m. E. nur darin gefunden werden, daß der Stäbchenapparat sich unter der Einwirkung eines *anderen Beleuchtungslichtes* mit anderer Energieverteilungskurve ausgebildet hat als der Zapfenapparat. Hier scheinen mir nun folgende Möglichkeiten sich darzubieten.

1. Die besondere Anpassungsfähigkeit des Stäbchenapparates an geringe Lichtstärken läßt daran denken, daß es dabei um das Sehorgan eines *Nachttieres* sich handelt. Wie steht es nun mit der Energieverteilungskurve des nächtlichen Lichtes? Was das Sternenlicht betrifft, so kennen wir die Spektren einer außerordentlich großen Zahl einzelner Sterne und wissen, auch schon aus dem Farbenindex, daß viele röter, andere blauer sind als die Sonne. In einer Tabelle der hellsten in unseren Gegenden sichtbaren Sterne[1]) finde ich unter 42 Sternen 25 blauer, nur 16 röter als die Sonne. Dagegen ist das Licht des Mondes, dem für die Sehleistungen eines Nachttieres doch wohl eine erhebliche Bedeutung zukommt, ein wenig röter als das der Sonne[2]) (etwa 0,5 Größenklassen im Farbenindex). Diese Hypothese liefert also wohl keine befriedigende Erklärung.

2. Man kann zweitens daran denken, daß die Entstehung des Stäbchenapparates phylogenetisch so weit zurückliegt, daß sein Empfindlichkeitsmaximum noch auf eine *höhere Sonnentemperatur* zurückweist als die jetzt herrschende. Tatsächlich gehört nach den Ergebnissen der neueren astrophysikalischen Forschung die Sonne zu den sog. Zwergsternen und befindet sich schon auf dem absteigenden Ast ihrer Entwicklung, d. h. sie ist in *Abkühlung* begriffen. Während ihre gegenwärtige Temperatur zwischen 5900 und 6000° absolut liegt, hat ihre Maximaltemperatur nach EDDINGTONS Berechnung 6600° betragen[3]). Nach dem Wienschen Verschiebungsgesetz würde dieser Temperaturänderung eine Verschiebung des Energiemaximums zu einer für die *höhere* Temperatur im Verhältnis

$$\frac{6000}{6600} = 0{,}91$$

kürzeren Wellenlänge entsprechen. Die Wellenlängen der beiden Empfindlichkeitsmaxima stehen im Verhältnis

$$\frac{517}{550} = 0{,}94\,.$$

Es hat also tatsächlich in den ersten Stadien der Abkühlung das Sonnenlicht eine Zusammensetzung gehabt, die zur Stäbchenkurve in etwa demselben Verhältnis steht, wie seine gegenwärtige Zusammensetzung zur Zapfenkurve. Bei der Unsicherheit aller *Zeitschätzungen* auf diesem Gebiet möchte ich die Hypothese nicht unbedingt verwerfen. Immerhin verliert sie an Wahrscheinlichkeit, wenn wir bedenken, daß EDDINGTON die *gesamte* Entwicklungsdauer eines Sternes (von Dunkelrotglut über die Maximaltemperatur zur Dunkelrotglut) auf einige Zehnmilliarden Jahre schätzt, während selbst die ältesten Granite nach der ziemlich zuverlässigen radioaktiven Methode auf höchstens $1-1^1/_2$ Milliarden Jahre zu schätzen sind[1]), die Entwicklung des Sehvermögens unserer Ahnen also doch wohl sehr viel jüngeren Datums sein muß.

3. Die dritte und wahrscheinlichste Erklärung scheint mir in der *grünblauen Farbe* zu liegen, die das *Wasser* in dickeren Schichten zeigt. Für ein *Wassertier*, das in einiger Tiefe unter der Oberfläche lebt, muß die Zusammensetzung des Sonnenlichtes tatsächlich in ungefähr dem Sinne geändert werden, den wir zur Erklärung nötig haben. Auch die starke *Anpassungsfähigkeit* an verschiedene Helligkeiten würde ein solches Tier besonders nötig haben, wenn es wechselnde Tiefen unter dem Wasserspiegel aufsucht. Der Stäbchenapparat würde also nach dieser Hypothese ein *älteres* Sehorgan sein, das zur Zeit des Wasserlebens entstanden ist. Die zwei demselben Zweck dienenden Organe: Stäbchen, Zapfen würden eine gewisse Parallele bilden zu dem wohlbekannten Fall: Kiemen, Lunge. Dabei müßte man annehmen, daß der Zapfenapparat bei den das Tageslicht aufsuchenden Tieren zur vollen Ausbildung gelangte, *während* die Stäbchen für den Gebrauch unter Wasser immer noch dringend benötigt wurden; ferner, daß die Zäpfchen mit der Zeit die Hauptfunktion übernahmen und die zu Hilfsorganen herabgedrückten Stäbchen keine genügende biologische Wichtigkeit mehr besaßen, um ihre genaue Anpassung an die veränderten Beleuchtungsverhältnisse herbeizuführen, nachdem die Tiere vom Wasserleben ganz zum Landleben übergegangen waren.

Die meisten Fälle von *totaler Farbenblindheit*, die in einer Rückkehr zum reinen Stäbchensehen bestehen, wären nach dieser Auffassung ein eigentlicher *Atavismus*.

Der Gegenstand verlockt zu weiteren Spekulationen über die allmähliche Ausbildung des Tagessehens zum *Farben*sehen. Freilich wird der Boden damit zusehends unsicherer. Man wird es für wahrscheinlich halten, daß das erste Zapfensehen ein undifferenziertes farbloses Sehen war wie das Stäbchensehen. In der Tat sind seltene Fälle totaler Farbenblindheit bekannt, die augenscheinlich *kein* Stäbchensehen sind[2]). Es fehlt die sonst bei Totalfarbenblinden beobachtete Lichtscheu, und das Maximum der Helligkeitsempfindung liegt genau an derselben Stelle wie bei der

[1]) SCHEINER-GRAFF, Astrophysik S. 325., Teubner 1922.

[2]) Ibid. S. 256.

[3]) A. S. EDDINGTON, Monthly Notices **83**, 98. 1922. Ich entnehme die Angaben dem vortrefflichen Bericht von JEAN BOSLER, L'évolution des étoiles. Paris 1923.

[1]) R. W. LAWSON, Diese Zeitschr. 1917, H. 26/27.

[2]) F. EXNER, Sitzungsber. d. Akad. Wien, Mathem.-naturw. Kl. IIa **131**, 636. 1922.

Zapfenkurve junger Augen, nämlich bei $\lambda = 530\,\mu\mu$. Ferner findet sich diese Art des farblosen *Zapfen*sehens auch in den peripherstenTeilen der Netzhaut *normaler* Augen; man kann sich denken, daß diese biologisch minder wichtigen Randpartien die weitere Entwicklung nicht mitgemacht haben. Das nächste Entwicklungsstadium dürfte das der *Dichromasie*, des Gelb-Blausehens, gewesen sein. Es findet sich auf der normalen Netzhaut *zwischen* der farbentüchtigen Mitte und der eben erwähnten total farbenblinden Randzone, ferner bei Insekten (Bienen nach v. HESS und v. FRISCH, Taubenschwänzen nach KNOLL), endlich bildet es die weitaus häufigste Art der *partiellen Farbenblindheit*. Hier zeigt sich allerdings die Komplikation, daß es *zwei* Typen dieser Farbenblinden gibt, solche, bei denen die „Gelbkurve" die Lage der normalen Rotkurve (R in der Figur) hat, diese sind die häufigsten, und solche, bei denen sie die Lage der normalen Grünkurve (G) hat. Die relativ große Häufigkeit gerade dieser Art von Anomalien (etwa 4% aller Männer!) scheint mir darauf hinzudeuten, daß die Zerfällung der langwelligen Erregungskurve in eine Rot- und Grünkurve das *letzte* Stadium der Entwicklung unseres Sehorgans ist, daher noch am schlechtesten fixiert, Rückfällen und Störungen am meisten ausgesetzt ist. — Ich betone aber nochmals, daß es bei den Bemerkungen dieses letzten Absatzes nur um vage Vermutungen sich handelt.

* * *

Wie ich sehe, trifft *die* Deutung der Lage des Stäbchenmaximums, die ich für die wahrscheinlichste halte, sachlich vollkommen zusammen mit der Ansicht von C. von HESS und erfährt durch dessen reiches Versuchsmaterial eine Stütze. Ich führe einige Stellen aus der „Farbenlehre" dieses Forschers[1]) hier an:

S. 81: „Meine Messungen an über 100 Tierarten . . . führen übereinstimmend zu dem unerwarteten Ergebnisse, daß hinsichtlich der Reaktionen gegenüber verschiedenen spektralen Strahlungen Fische und Wirbellose übereinstimmendes und das gleiche Verhalten zeigen wie der dunkeladaptierte, bei herabgesetzter Lichtstärke sehende normale und *wie der total farbenblinde Mensch* bei jeder Lichtstärke."

S. 103: „. . . daß ich für alle bisher untersuchten Wassertiere starke Verkürzung des Spektrums am langwelligen Ende, d. h. eines der charakteristischen Merkmale der totalen Farbenblindheit nachweisen konnte; die starke Absorption jener langwelligen Strahlen im Wasser und ihre entsprechend geringe biologische Bedeutung macht dieses Verhalten verständlich."

S. 83: „. . . von wie großer Bedeutung die Fähigkeit der Anpassung an verschiedene Lichtstärken... sein muß . . . für Fische, die von der Oberfläche zur Tiefe schwimmen . . ."

[1]) In „Ergebnisse der Physiologie" **20**, 1, 1922; bei J. F. Bergmann, München u. Wiesbaden.

S. 82: „Bei den Wirbeltieren führte der Übergang zum Luftleben . . . zu einer wesentlichen Weiterbildung des nervösen Empfangsapparates, die in der Entwicklung eines Farbensinnes und der ausgiebigeren Verwertung langwelliger Strahlen zum Ausdruck kommt."

S. 80: „Bei den nach dem Prinzip des Wirbeltierauges gebauten Sehorganen . . . hat sich . . . mit dem Übergange zum Luftleben, offenbar unter dem Einflusse der jetzt in viel größeren Mengen zum Auge gelangenden langwelligen Strahlen, eine Umbildung der nervösen Substanz vollzogen, die unter anderem in einer wesentlichen Ausdehnung des Spektrums nach der langwelligen Seite zum Ausdrucke kommt."

S. 47: „Danach liegt es nahe, die totale Farbenblindheit beim Menschen als Stehenbleiben auf einer niederen Entwicklungsstufe aufzufassen, der wir in der Wirbeltierreihe nur noch bei Fischen begegnen."

S. 29: „. . . daß nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse die Schwarz-Weißempfindung als ein stammesgeschichtlich uralter und wohl entsprechend gefestigter Besitz zu betrachten ist, während wir in den farbigen Empfindungsreihen einen phylogenetisch verhältnismäßig jungen Erwerb zu sehen haben, der in der Wirbeltierreihe erst mit dem Übergange vom Wasser- zum Luftleben zur Entwicklung gekommen ist." — — —

Nun hat sich allerdings in einigen Fällen, namentlich für die *luftlebenden Wirbellosen*, die Hesssche Diagnose auf totale Farbenblindheit als irrtümlich herausgestellt. Es wäre ja auch gar zu merkwürdig, wenn alle unsere *insektenbefruchteten Blüten* ihr herrliches Farbenkleid für nichts und wieder nichts sollten angelegt haben! So konnten denn in der Tat v. FRISCH für die Honigbiene, KNOLL für eine Schwärmerart den Nachweis des Farbensinnes mit Sicherheit erbringen[1]), indem z. B. die Biene ein *blaues* Farbpapier aus einer großen Anzahl regellos angeordneter Graupapiere *von den verschiedensten Helligkeitsstufen* leicht herausfindet. — Der Hesssche Irrtum bestand hauptsächlich darin, daß er beim Fehlen anderer Kriterien allein schon aus der Übereinstimmung der Empfindlichkeitskurve mit derjenigen des totalfarbenblinden Menschen auf totale Farbenblindheit schließen zu dürfen glaubte. Da ist es denn von besonderem Wert, daß v. HESS wenigstens für *eine* wasserbewohnende Tiergattung, nämlich die Cephalopoden, den Nachweis der totalen Farbenblindheit noch auf einem ziemlich untrüglichen Wege erbringen konnte, nämlich durch eine besonders sinnreiche *Pupillenreaktion*. Bietet man dem menschlichen Auge in mäßig raschem Wechsel zwei *verschieden helle* farblose Lichter dar, so erfolgt beim Lichtwechsel abwechselnd plötzliche *Kontraktion* und *Dilatation* der Pupille, als ein *objektivier Nachweis des Helligkeitsunterschiedes*. Ist aber das *eine* Licht farblos, das *andere* farbig (oder auch beide

[1]) Vgl. z. B. die Vorträge dieser beiden Forscher auf der diesjährigen Naturforscherversammlung.

verschieden farbig), so tritt *auch bei annähernd gleicher Helligkeit der beiden Lichter* eine Pupillenreaktion auf, und zwar plötzliche *Kontraktion* bei *jedem* Lichtwechsel. Diese Reaktionsweise *bleibt*, wenn man die Helligkeit des einen der beiden Lichter abändert, innerhalb eines gewissen *endlichen Bereiches des Helligkeitsverhältnisses bestehen*, und die Größe dieses Bereiches der „Wechselverengerung" ist ein Maß für die *qualitativ-farbliche Verschiedenheit* der beiden Lichteindrücke. Die Erscheinung ist zweifellos so zu deuten, daß infolge des *spezifisch* verschiedenen Ermüdungseffektes der beiden Lichter *jedes* von ihnen bei seinem Auftauchen als das pupillomotorisch hellere wirkt. Dementsprechend *fehlt* die Wechselverengerung völlig beim totalfarbenblinden Menschen, und sie fehlt, wie v. HESS zeigt, auch bei den Cephalopoden, die im übrigen ein deutliches reflektorisches Pupillenspiel zeigen.

Auf einen wesentlichen Unterschied der Hessschen Auffassung und der meinen muß ich noch hinweisen. HESS ist ein Gegner der Kriesschen „Duplizitätstheorie", die das Dämmerungssehen, bzw. das Sehen am hellen Tage, den zwei anatomisch festgestellten Nervenendorganen, den *Stäbchen* bzw. den *Zapfen*, zuweist. HESS spricht daher einfach nur von einer „Umbildung des nervösen Empfangsapparates" beim Übergang zum Landleben. Ich erblicke aber gerade in unseren phylogenetischen Betrachtungen eine starke Stütze der Duplizitätstheorie. Hätte, ganz allgemein gesprochen, eine Umbildung des Sehorgans stattgefunden im Sinne der Entwicklung eines Farbensinnes und der Verschiebung der Empfindlichkeitskurven nach längeren Wellen, dann wäre doch kaum zu erwarten, daß unser stark umgebildetes Auge noch derart merkliche Spuren jener „altertümlichen" Art des Sehens aufweist, in die es bei geringen Lichtstärken sogar *gänzlich* zurückverfällt, sowohl was den Mangel des Farbensinnes als auch was die spektrale Empfindlichkeitsverteilung anlangt. Diesem Verhalten entspricht viel besser die Auffassung, daß *unter wesentlicher Erhaltung des alten Sehapparates*, welcher andere, biologisch weniger wichtige Funktionen übernimmt, *ein neuer Apparat hinzugebildet wurde*, der sich den neuen Anforderungen angepaßt und daher wesentlich abweichende Eigenschaften erhalten hat. Der alte Stäbchenapparat dagegen übernahm die Rolle eines Dämmerungsorganes, wofür er durch seine große Adaptationsbreite von vornherein besonders geeignet war.

Neuere Beiträge zur Pflanzengeographie der Arktis.

Sammelbericht von WALTHER WANGERIN, Danzig-Langfuhr.

Ungeachtet ihrer oft betonten Einförmigkeit und Dürftigkeit bietet die Pflanzenwelt der jenseits der Polargrenze des Baumlebens gelegenen Länder des hohen Nordens der pflanzengeographischen und pflanzenbiologischen Forschung noch manche interessante und reizvolle Aufgaben, welche, wenn sie auch ihrem prinzipiellen Wesen nach nicht verschieden sind von denen in mit reicherer Flora ausgestatteten Erdgebieten, doch durch die Besonderheit der in der Arktis gegebenen Verhältnisse auch ihre besondere Färbung erhalten. An den Anblick dessen, was die Natur unter ungünstigsten äußeren Bedingungen in der Hervorbringung organischen Lebens noch zu leisten vermag, knüpft sich ja ohne weiteres die Frage nach den Mitteln, welche es den Pflanzen gestatten, auch unter solchen Verhältnissen noch ihr Dasein zu fristen; die Verbreitungsverhältnisse, die schon innerhalb der arktischen Zone keineswegs gleichmäßige sind und deren Bild sich durch die Wiederkehr der gleichen oder nahe verwandter Arten in den Hochgebirgen Amerikas und des eurasischen Kontinentes besonders verwickelt gestaltet, geben nicht nur Anlaß zu florenstatistischen Vergleichen und zu einer entsprechenden Gliederung der Arktis in Florenprovinzen, sondern führen vor allem auch auf wichtige florenentwicklungsgeschichtliche Probleme, und schließlich hat in neuerer Zeit auch noch die Frage nach den Pflanzengesellschaften, nach den Gesetzmäßigkeiten ihrer Entwicklung und ihren Beziehungen zu den Verhältnissen der Umwelt verstärkte Bedeutung gewonnen, denn soweit die Lebesbedingungen nicht extrem ungünstig sind, mangelt es auch in dieser Hinsicht nicht an einer gewissen Mannigfaltigkeit. Bei der schweren Zugänglichkeit des weitaus größten Teiles der Arktis liegt es in der Natur der Sache, daß die Bausteine zu ihrer pflanzengeographischen Kenntnis nur sehr allmählich und mehr oder weniger bruchstückweise zusammengekommen sind und daß, abgesehen von einigen Gegenden, wie z. B. Spitzbergen oder Westgrönland, auch der gegenwärtige Wissensstand noch manche größeren und kleineren Lücken aufweist, so daß für die Beantwortung der oben angedeuteten hauptsächlichsten Fragen zwar die wesentlichsten Grundzüge des Gesamtbildes als feststehend gelten können, dasselbe in vielen Einzelheiten aber noch der Ergänzung bedürftig ist und auch die Möglichkeit bedeutsamer Verschiebungen durch neue Entdeckungen keineswegs ausgeschlossen erscheint. Daß selbst in systematischer Hinsicht unser Wissen von der arktischen Flora noch keineswegs als abgeschlossen gelten kann, geht z. B. aus den Arbeiten von HOLM und OSTENFELD (I) hervor, in denen neben zahlreichen, der Klärung von zweifelhaften und strittigen Punkten dienenden einschlägigen Einzelbemerkungen zu einer nicht geringen Zahl von Arten der arktischen Flora auch noch einige neue Arten und Formen beschrieben werden. Noch weiter von der erstrebenswerten Vollständigkeit entfernt ist naturgemäß die Kenntnis der Verbreitungstatsachen, wobei auch der Umstand stark mitspricht, daß keineswegs alle der Erforschung der Arktis dienenden Expeditionen von einem geschulten Sammler begleitet waren und daß insbesondere den minder auffälligen Erscheinungen der Flora infolgedessen oft nicht die nötige Beachtung zuteil geworden ist; so bedeutet fast jede neue Sammlung oder Florenliste auch eine dankenswerte Vervollständigung und Ergänzung des Verbreitungsbildes der einzelnen Arten. Z. B. wird durch die Zusammenstellung von OSTENFELD (I) die Zahl der aus Nordwestgrönland bekannten Arten um 9 vermehrt; für Nordgrönland ergaben die Sammlungen von WULFF 70 Arten gegenüber 10 bisher von dort vorliegenden, und auch in dem insgesamt 230 Arten von Gefäßpflanzen ent-

haltenden Florenkatalog, der von MACOUN und HOLM als Ergebnis der Expedition nach der arktischen Küste des nordamerikanischen Festlandes zusammengestellt wurde, sind nicht unwesentliche Bereicherungen gegenüber dem bisherigen Stande zu finden. Zwar bedeuten die meisten dieser neuen Funde keine besonderen Überraschungen, doch sind auch immer einige Beobachtungen zu verzeichnen, die ein über den durchschnittlichen Rahmen hinausgehendes Interesse beanspruchen. So erfährt, um nur einiges zu erwähnen, durch die WULFFschen Feststellungen in Nordgrönland das 1917 von RIKLI zusammengestellte Verzeichnis der den 80. Grad n. Br. erreichenden oder überschreitenden Gefäßpflanzen eine Bereicherung um mehrere Arten; für Nordwestgrönland ergibt sich, daß im Inglefieldland bei 79° 10′ verschiedene Arten ihre Nordgrenze erreichen; bemerkenswert ist ferner der Fund von *Saxifraga Hirculus*, die bisher nur von der Nordostküste Grönlands einerseits, von Ellesmereland andererseits bekannt war, in Nordwestgrönland und ebenso derjenige von *Dryas octopetala* weit östlich an der Nordküste von Alaska, von wo bisher nur die nahe verwandte *D. integrifolia* bekannt war. Durch die auf diese Weise sich ergebenden Ergänzungen und Verschiebungen des die Grundlage jeder Statistik und jedes Vergleiches bildenden Tatsachenmaterials macht sich naturgemäß immer wieder eine Revision bzw. Neubearbeitung der vergleichenden Florenanalyse notwendig. Eine solche liefert RIKLI (1) für die Gattung *Carex*, welche mit 94 Arten nicht nur die artenreichste der Polarregion darstellt, sondern unter diesen auch Repräsentanten fast aller für die arktische und subarktische Flora bezeichnenden Verbreitungstypen in sich schließt. Es ergibt sich, daß die Hauptmenge der Arten zwischen 65 und 73° n. Br. ihre absolute Nordgrenze erreicht, während 9 Arten den 80. Grad erreichen oder überschreiten. Das Massenzentrum der Polarpunkte der Gattung liegt im nördlichen Fennoskandinavien (39 Arten), dann folgen Nordsibirien mit 12 und Grönland mit 11 Seggenarten, die dort ihre Nordgrenze erreichen. Auch nach der Zahl der vorkommenden Arten steht Nordskandinavien mit 63 an der Spitze, die zweitgrößte Zahl besitzt die Beringsprovinz mit 58 Arten, während z. B. für Nordasien 42, die kontinentale Nearktis 39, Grönland 38 und Spitzbergen 11 Arten angegeben werden. Von den 94 Arten dringen 49 Arten nur vereinzelt bis zur Waldgrenze oder machen schon vor derselben im präarktischen Gebiet halt, können also nicht als vollwertige arktische Elemente gelten; 12 Arten sind zirkumpolar; 10 sind im Polargebiet endemisch, doch können nur 2 von diesen als endemische Arktika im engeren Sinne bezeichnet werden. 15 Arten sind als nordamerikanische Elemente aufzufassen (davon 3 noch vereinzelt in Island und Fennoskandinavien vorkommend), 11 dagegen haben als nordasiatische Elemente zu gelten; endlich sind 7 Arten einerseits im arktisch-subarktischen atlantischen Nordamerika oder Grönland, andererseits in Fennoskandinavien bekannt, während sie dem übrigen Europa und der Beringsprovinz fehlen. Ein Vergleich mit der Schweiz ergibt 42 Arten als gemeinsam, von denen 18 als arktisch-alpin zu bezeichnen sind; die Großzahl der Arten ist völlig identisch, 11 sind im Norden durch besondere Varietäten oder Unterarten vertreten, und in 7 Fällen liegen vikariierende Arten vor. In dankenswerter Weise gibt ferner HOLM für die 230 an der Polarküste des amerikanischen Kontinentes gesammelten Arten eine ausführliche tabellarische Verbreitungsübersicht, deren Ergebnisse eingehend erörtert werden; es ergibt sich so ein gewisses Gegenstück zu der 1913 erschienenen, die Flora des arktisch-amerikanischen Archipels behandelnden Arbeit von SIMMONS. Nach HOLM sind 84 Arten von zirkumpolarer Verbreitung; es handelt sich hierbei freilich um keine einheitliche Gruppe, sondern es sind darunter ausschließlich arktische, subarktische, arktisch-alpine und in der ganzen nördlichen gemäßigten Zone weit verbreitete Arten zusammengefaßt, so daß hier eine weitere Gliederung in der von STEFFEN eingeschlagenen Richtung wohl angebracht gewesen wäre. Mit Spitzbergen gemeinsam sind 84 Arten, davon 59 zirkumpolare; von den 40 Arten der Flora Spitzbergens, die in dem von der Expedition erforschten Gebiete (von den Jones-Inseln an der Nordküste von Alaska im Westen bis zur Viktoria-Straße im Osten) fehlen, kommen aber 22 im arktisch-amerikanischen Archipel und weitere 11 in Grönland vor, so daß von den 124 Arten Spitzbergens nur 7 dem arktischen Amerika völlig fremd sind. Mit Grönland hat das Gebiet 129 Arten gemeinsam, von denen 76 zirkumpolar sind; andererseits sind aber 53 im Gebiet nicht vorhandene Arten gemeinsamer Besitz Grönlands und der arktisch-amerikanischen Inseln, und von diesen kommen 30 auch in dem an arktischen Elementen reichen Gebiet der Hudson-Bay vor. Die Zahl der eigentlich arktischen, jedoch nicht zirkumpolar verbreiteten Spezies beläuft sich auf ungefähr 60; das arktisch-amerikanische Element stellt sich nicht als besonders artenreich dar. Mit dem Altai und dem Baikalgebiet sind 88 Arten gemeinsam, mit den Alpen und Pyrenäen 61, mit dem Himalaja 44 und mit dem arktischen Skandinavien 106.

Einen umfangreichen Teil seiner Ausführungen widmet HOLM nun ferner der Frage nach dem ursprünglichen Entstehungs- und Ausbreitungszentrum einer größeren Zahl von Arten der arktischen Flora unter besonderer Bevorzugung solcher, die nicht zirkumpolar verbreitet sind und über deren Auftreten in den Gebirgen genügend zuverlässige Angaben zur Verfügung stehen. Da sich die glazialen und präglazialen Wanderungen der Arten der direkten Erkenntnis entziehen, so bleibt für die Lösung dieser Aufgabe selbstverständlich nur der Weg des Rückschlusses aus der heutigen Verbreitung und aus den verwandtschaftlichen Beziehungen zu anderen Arten und deren Verbreitungsverhältnissen. Als ein besonderes Kennzeichen der Holmschen Auffassung in diesen Fragen muß dabei die Tatsache hervorgehoben werden, daß er in ziemlich weitem Umfange von der Annahme einer polytopen Entstehung der gleichen Art Gebrauch macht, eine Annahme, die zwar schon von SCHOUW (1816) verfochten und seither in der pflanzengeographischen Literatur wiederholt erörtert worden ist, bezüglich deren aber doch die Mehrzahl der neueren Pflanzengeographen der insbesondere auch von ENGLER vertretenen, wohlbegründeten Anschauung huldigt, daß die Voraussetzung eines einheitlichen Entstehungszentrums höchstens in seltenen Ausnahmefällen nicht zutrifft. Vielleicht hat HOLM recht, wenn er die Rosaceengattung *Sieversia*, von der 2 Arten in den Alpen und Pyrenäen, eine im Himalaja und 5 im arktischen und subarktischen Nordamerika bzw. auf den nordamerikanischen Gebirgen und im östlichen Sibirien vorkommen, als einen Typus von polytoper Entstehung auffaßt; es würde sich dann aber nur der Schluß ergeben, daß diese Gattung in ihrer heutigen Umgrenzung eine künstliche, polyphyletisch entstandene ist, und es ist damit noch keineswegs gesichert, daß auch dieselbe Art an weit voneinander entfernten Orten entstehen kann; die Wahrscheinlichkeit hierfür erscheint besonders gering, wenn man erwägt, daß bei den meisten Entfernungen, um die es

sich bei den der Arktis und den Hochgebirgen gemeinsamen Arten handelt, die Annahme der Polytopie die Frage entstehen läßt, wann und auf welchen Wegen denn die doch notwendig vorauszusetzende gemeinsame Stammart es zu einer so weiten Verbreitung hat bringen können. Und auch abgesehen von dieser grundsätzlichen Erwägung ist es schwer, sich dem Eindruck zu entziehen, daß HOLM jedenfalls von jener Annahme einen unberechtigt weiten Gebrauch macht; dies gilt, um nur einen Fall dieser Art zu erwähnen, z. B. von *Cobresia Bellardii*, für die HOLM neben dem in den zentralasiatischen Gebirgen gelegenen Zentrum noch ein zweites in den Rocky Mounts annimmt, obwohl, wie aus der Monographie von KÜCKENTHAL hervorgeht, nicht nur die reiche Entfaltung der Gattung in den zentralasiatischen Gebirgen unbedingt für eine dort gelegene Heimat spricht, sondern auch für die fragliche Art der Weg ihrer Verbreitung über die alte Landverbindung zwischen Asien und Amerika noch kenntlich ist. Es scheint, daß HOLM hier, wie auch in manchen anderen Fällen, vor dem Irrtum nicht bewahrt geblieben ist, für jedes Massenzentrum der heutigen Verbreitung auch einen dort gelegenen Entstehungsherd als gegeben anzunehmen; so ist es z. B. besonders auffallend, daß er für *Saxifraga Hirculus* eine Entstehung im Norden annimmt, obwohl dieser Steinbrech auch im Himalaja vorkommt, der für alle seine näheren Verwandten die ausschließliche Heimat darstellt. Für die Notwendigkeit einer scharfen Scheidung zwischen dem wahrscheinlichen Ursprungsgebiet einer Art und ihrem gegenwärtigenMassenzentrum findet sich übrigens ein trefflicher Beleg in den von RIKLI (II) behandelten Verbreitungsverhältnissen von *Phyllodoce coerulea*; das Bildungszentrum der Gattung liegt im nördlichen pazifischen Gebiet; hier tritt die genannte Art ebenfalls auf, sie hat aber als einige unter ihren Gattungsgenossen ein weit darüber hinausreichendes Areal erreicht und besitzt ihr gegenwärtiges Massenzentrum in Westgrönland und Skandinavien, was aber offenbar auf einer Zerstückelung eines ehemals zusammenhängenden nordischen Areals in der Glazialzeit beruht. Die gleichen Probleme wie HOLM verfolgt auch STEFFEN, nur daß dieser seine Betrachtungen auf die Gesamtheit der arktischen Flora auszudehnen sucht. Er zerlegt, von den Adventivpflanzen abgesehen, dieselben in die folgenden geographischen Elemente: I. ubiquistisches E. (auch in den Gebieten des gemäßigten Klimas weit verbreitet); II. Steppenpflanzen, III. subarktisches E. (Massenzentrum in der Subarktis, von dort mehr oder weniger weit in die Arktis ausstrahlend, ohne ausgesprochenes Gebirgsareal), IV. subarktisch-oreophiles E. (wie voriges, aber neben weiter Verbreitung im subarktischen Gebiet auch ausgedehnte Gebirgsareale), V. arktisch-alpines E., VI. arktisches E. Wichtig erscheint hier vor allem die Sonderung der Gruppen III und IV und die Scheidung der letzteren von V, wenngleich Referent bezüglich der Zuordnung mancher Arten, bei denen (z. B. *Carex heleonastes*, *Ledum palustre*) das Gebirgsareal nur eine ganz untergeordnete Rolle spielt, zu den subarktisch-oreophilen Arten dem Verf. nicht beizupflichten vermag; es hätte vielleicht hier wie in einigen anderen Fällen den feineren Abstufungen in höherem Maße bei der Gliederung Rechnung getragen werden können. Im übrigen finden wir in der Gruppe IV eine Anzahl von Arten, die als Glazialpflanzen bzw. Glazialrelikte für die mitteleuropäische Flora von besonderem Interesse sind; bei ihnen (z. B. *Carex heleonastes*, *Juncus stygius*, *Salix myrtilloides* u. a. m.) ist Verf. offenbar mit Recht der Ansicht, daß sie genetisch nur als subarktische Elemente angesehen werden können. Mit Rücksicht auf den hier zur Verfügung stehenden Raum verbietet es sich, auf die Ausführungen des Verf. über die mutmaßliche Heimat der einzelnen Arten näher einzugehen; er gelangt auch keineswegs ausnahmslos zu einer bestimmten Antwort in dieser Hinsicht, sondern sieht sich in einer ziemlich erheblichen Anzahl von Fällen genötigt, mangels ausreichender Grundlagen die Frage offen zu lassen. Ein solcher vorsichtiger Standpunkt verdient wohl vor dem oben gekennzeichneten, von HOLM angewendeten Verfahren im allgemeinen den Vorzug; immerhin hätte sich vielleicht doch eine etwas größere Vollständigkeit der Resultate erzielen lassen. Daß die Ansichten von STEFFEN und HOLM in vielen Fällen nicht miteinander in Einklang stehen, kann nicht weiter überraschen; Übereinstimmung zwischen beiden besteht aber in der Betonung der Überzeugung, daß als Stammland der im engeren Sinne arktischen Flora in erster Linie die Arktis selbst angesehen werden muß. Es befinden sich hierunter teilweise in der Gegenwart systematisch mehr oder weniger isoliert stehende Sippen, für die demgemäß die Annahme eines präglazialen Alters besonders naheliegt; in anderen Fällen liegt der Ursprung der betreffenden Arten außerhalb des arktischen Gebietes, sie werden aber von STEFFEN trotzdem genetisch dem arktischen Element zugerechnet, weil sie erst in der Arktis aus von anderwärts her zugewanderten Stammformen entstanden sind und hier daher ihre eigentliche Heimat haben. Schließlich gibt es insbesondere in polymorphen Formenkreisen, wie *Salix*, *Saxifraga*, *Oxytropis* u. a. m., auch noch arktische Elemente von offenbar jüngerer, teilweise vielleicht erst postglazialer Entstehung.

Aus der Holmschen Arbeit ist endlich noch zu erwähnen, daß in ihrem ersten Teil neben den bereits oben erwähnten, auf die spezielle Systematik und Synonymie bezüglichen Einzelheiten auch die morphologischen Verhältnisse (Ausbildung des Wurzelsystems, Besitz von Rhizomen und unter- oder oberirdischen Ausläufern, Polsterwuchs, Spalierstäucher, Gestalt und Lebensdauer der Blätter u. dgl. m.) einer größeren Zahl von Arten behandelt werden. In der gleichen Richtung, nur das biologische Moment bei der eingehenden Darstellung des morphologischen und anatomischen Baues noch stärker betonend und auch die Blütenbiologie berücksichtigend, bewegt sich die Arbeit von MATHIESEN, und auch RIKLI (II) liefert in bezug auf *Phyllodoce coerulea* einen Beitrag zu diesen Fragen. Die letztgenannte Art spielt in der arktischen Zwergstrauchheide öfters eine führende Rolle; die Mikrophyllie und der erikoide Habitus sind bei ihr indessen weniger typisch als bei den meisten anderen arktischen und subarktischen Ericaceen, und auch die Blattanatomie läßt sie als einen verhältnismäßig wenig ausgeprägten Typus erscheinen.

Ein anschauliches Bild von den Lebensverhältnissen der Vegetation in den höchsten Breiten, bis zu denen die Pflanzen überhaupt vordringen, entwirft OSTENFELD auf Grund der Sammlungen und Tagebuchaufzeichnungen von THORILD WULFF, der als Naturwissenschaftler die zweite Thule-Expedition (1917) begleitete und dabei infolge von Erschöpfung sein Leben einbüßte. Das in erster Linie für das Pflanzenleben maßgebende Moment liegt in der außerordentlichen Kürze der Vegetationsperiode; nicht nur der Mai, sondern auch der halbe Juni fallen noch in den Winter, erst in der zweiten Junihälfte beginnen die positiven täglichen Mitteltemperaturen zu überwiegen, und der Juli ist der einzige Monat mit über 0° liegender Mitteltemperatur (2,65°, absolutes Maximum 10,8°), ob-

wohl auch in ihm einzelne Kältetage und gelegentliche Schneefälle nicht ausbleiben. So erscheint die grönländische Nordküste in dieser Hinsicht als besonders ungünstig im Vergleich zu dem, was von anderen arktischen Stationen bekannt ist; allerdings erwärmen sich der Sonne exponierte Pflanzenpolster erheblich stärker als die Luft, doch fiel die Differenz nicht so stark aus wie anderwärts in der Arktis, und auch der während des ganzen Sommers ununterbrochene Sonnenschein bedeutet ein gewisses Gegengewicht gegen die Kürze der Vegetationsperiode, obwohl durch die niedrige Stellung der Sonne die Strahlenwirkung herabgesetzt wird. Niederschläge und Nebelbildung sind im Sommer gering; wie stark die Verdunstung ist, geht am deutlichsten aus der Beobachtung hervor, daß der Schnee großenteils durch Verdunstung verschwindet, ohne den Boden zu befeuchten. Verstärkt wird das hierin für das Pflanzenleben liegende ungünstige Moment noch durch die Tatsache, daß der Boden in geringer Tiefe dauernd gefroren bleibt und daß die niedrige Temperatur der oberen Bodenschichten die Wasseraufnahme erschwert; auch die dauernde Sonnenbestrahlung wirkt zwar einerseits auf die Assimilationstätigkeit steigernd, andererseits aber auch verdunstungsfördernd, während die Windverhältnisse für die Pflanzen ungewöhnlich günstig zu sein scheinen. So ergibt sich auch hier wieder eine erneute Bestätigung der Auffassung, daß die biologische Bedeutung der meisten Struktureigentümlichkeiten der arktischen Pflanzen in dem Verdunstungsschutz zu erblicken ist, während die Widerstandsfähigkeit gegen Kälte, auf die einst GRISEBACH das Hauptgewicht gelegt hatte, im wesentlichen auf einer ihrer Natur nach nicht genauer bekannten Eigentümlichkeit des Protoplasmas beruhen muß. Unter den biologischen Zügen der Vegetation betont OSTENFELD vor allem den hohen Prozentsatz an Chamäphyten, die geringe Bedeutung der vegetativen Vermehrung, das Vorherrschen der Polsterbildung insbesondere auf trockenem Boden, die Geringfügigkeit des jährlichen Zuwachses, das Überwintern der Knospen in einem weit vorgeschrittenen Stadium sowie endlich die rasche Entwicklung der Blüten nach dem Erwachen der Pflanzen aus dem Winterschlaf; der erste Frühlingsblüher war *Saxifraga oppositifolia*. Auch ein Seitenstück zu dem in der pflanzengeographischen Literatur oft erwähnten Verhalten der *Cochlearia fenestrata*, die nach der Beobachtung KJELLMANS an der sibirischen Küste mitten im Blühen vom Winter überrascht wurde und in der nächsten Vegetationsperiode sich weiterentwickelte, wurde von WULFF beobachtet. In blütenbiologischer Hinsicht sind Wind- und Selbstbestäubung überwiegend, doch wurden auch einige Beobachtungen über Insektenbesuch der Blüten (Fliegen und Perlmutterfalter) gemacht; die Samenproduktion scheint bei vielen Arten auf besonders günstige Jahre beschränkt zu sein.

Über die Pflanzengesellschaften der grönländischen Nordküste geben leider die Wulffschen Aufzeichnungen nur spärliche Auskunft; es scheint, daß die monotone, offene „Fjaeldmark" bei weitem überwiegt, wenngleich in verschiedenen Faziesbildungen je nach Wasserversorgung, Exposition und physikalischer Bodenbeschaffenheit, während andere Formationen (Zwergstrauchheide von *Cassiope tetragona*, *Dryas integrifolia* und *Salix arctica*, Flechtentundra, Matten, Sümpfe) höchstens in Gestalt kleiner Flecken eingestreut und wenig typisch entwickelt auftreten. Eine äußerst ärmliche, nur noch 8 Arten von Blütenpflanzen enthaltende Fjaeldmark wurde von WULFF in dem Nunatakgebiet Mitgaardsormen (bei 82° n. Br.), rings von Inlandeis umgeben, beobachtet. Im ganzen ergibt sich also auch in dieser Hinsicht das Bild einer weitgehenden Verarmung der aus den südlicheren Teilen Grönlands bekannten Pflanzenvereine. Eine hauptsächlich von sukzessionistischen Gesichtspunkten im Sinne von CLEMENTS beherrschte Studie über die letzteren liefert HOLTTUM. Für die grönländische Westküste nördlich vom 62. Grad muß nach seiner Darstellung die Zwergstrauchheide (mit *Empetrum nigrum* und *Cassiope tetragona* als wichtigsten Bestandteilen, daneben *Vaccinium uliginosum var. microphyllum*, *Salix glauca*, *Betula nana*, *Phyllodoce coerulea*, *Ledum palustre var. decumbens Rhododendron lapponicum*, *Loiseleuria procumbens*) als klimatischer Schlußverein („Klimax") gelten, wobei der zu demselben hinführende Entwicklungsgang hauptsächlich durch die edaphischen Verhältnisse bestimmt wird. Vor allem besteht zwischen dem Gneisfels und den zwischen 69° und 71° auftretenden jüngeren Gesteinen ein wesentlicher Unterschied, indem im ersteren Fall die Sukzession mit Krustenflechten und xerotischen Moosen beginnt, die dagegen auf Sandstein, wo die erste Vegetation eine wechselnde Zusammensetzung aus krautigen Pflanzen zeigt, keine nennenswerte Rolle spielen. Aber auch Sanddünen, verlandende Moossümpfe und die Alluvialböden in den Deltas der Flußmündungen im Sandsteindistrikt können, so verschieden auch die anfänglichen Entwicklungsstadien sind, schließlich bis zur Bedeckung mit Heidevegetation gelangen. Wo dagegen das Klima das Aufkommen einer geschlossenen Vegetationsdecke nicht gestattet, entwickelt sich, charakteristisch besonders für die nördlichsten Striche, größere Höhen und die Nunataks, die aus isolierten, von Moosen und Flechten begleiteten Blütenpflanzen bestehende Fjaeldmark (z. B. *Papaver radicatum*, *Draba-* und *Saxifaga-*Arten u. a. m.) als „stabilised pre-climax"; ob auch Moossümpfe als stabiles, die klimatische Endstufe nicht erreichendes Glied auftreten können, läßt Verf. unentschieden. Umgekehrt unter besonders günstigen Bedingungen (gute Exposition, ausreichender Schneeschutz im Winter) treten vor allem an Flußufern als „post-climax"-Gesellschaften Weidengebüsche (*Salix glauca*) mit einer reichen Staudenvegetation und Matten auf. Im südlichen Grönland stellt dagegen das Birken-Weidengebüsch die Klimaxvegetation dar, während hier die Heide als auf ungünstigere Standorte beschränkter, stabilisierter Präklimax erscheint. Eingehendere Schilderungen von der Zusammensetzung der einzelnen Pflanzengesellschaften und ihrer ätiologischen Beziehungen zu Klima und Boden geben SUMMERHAYES und ELTON in ihrer Studie von der Bäreninsel und Spitzbergen. Als recht bezeichnend ergibt sich aus ihrer Darstellung der Einfluß des maritimen Klimas sowohl auf der Bäreninsel wie auch auf dem West-Spitzbergen vorgelagerten Prince-Charles-Foreland in der bedeutenden Rolle, welche hier Kryptogamen, insbesondere Moose, in den Pflanzengesellschaften spielen; so kommt hier neben der Fjaeldmark auch den der höheren Pflanzen fast ganz entbehrenden Moosmatten und der feuchten Tundra besondere Bedeutung zu, während umgekehrt *Cassiope tetragona* auf die mehr kontinental veranlagte Hauptinsel beschränkt ist, auf der auch *Dryas octopetala* zu stärkerer Entfaltung gelangt. Auch über die Vegetation der Felsen, der Polygonböden, der durch Vogelexkremente gedüngten Klippen und über mancherlei kleinere, in ihrem Vorkommen örtlich beschränkte Pflanzengesellschaften finden sich eingehende Ausführungen, deren aber im einzelnen hier nicht wohl gedacht werden kann. Schließlich sei auch noch in aller Kürze die Arbeit von

WALTON erwähnt, in der für ein am Eisfjord Spitzbergens gelegenes Gebiet die Entwicklung der Vegetation auf einem durch Hebung aus dem Meere aufgetauchten Gelände eingehend geschildert und dabei auch der Algensukzessionen näher gedacht wird.

Literaturverzeichnis.

HOLM, TH., Contributions to the morphology, synonymy and geographical distribution of arctic plants. — Report of the Canadian arctic expedition 1913—1918, vol. V, Botany, Part B, 139 S. 1922.

HOLTTUM, R. E., The vegetation of West-Greenland. — Journ. of Ecology **10**, S. 87—108. 1922.

MACOUN, J., and TH. HOLM, Vascular plants. — Report of the Canadian arctic expedition 1913—1918, vol. V, Botany, Part A, 25 S. 1921.

MATHIESEN, FR. J., The structure and biology of arctic flowering plants. 15 Scrophulariaceae. — Meddel. om Groenland **37**, S. 331—507. 1921.

OSTENFELD, C. H., I. Critical notes an the taxonomy and nomenclature of some flowering plants from Northern Greenland. — Meddel. am Groenland **47**, S. 163—188. 1923. Mit 3 Tafeln.

OSTENFELD, C. H., II. Flowering plants and ferns, from Wolstenholme Sound and two plant lists from Inglefield Gulf and Inglefield Land, N.W. Greenland. — Ebenda, S. 189—214.

OSTENFELD, C. H., III. Vegetation of the North-coast of Greenland. — Ebenda, S. 223—268. Mit 5 Tafeln.

RIKLI, M., I. Zur Pflanzengeographie der Carices der Polarregion. — Vierteljahrsschr. d. Naturforsch. Ges. in Zürich **66**, S. 87—92. 1921.

RIKLI, M., II. Die arktisch-subarktischen Arten der Gattung *Phyllodoce* Salisb. — Ebenda, S. 324 bis 334.

STEFFEN, H., Versuch einer Gliederung der arktischen Flora in geographische bzw. genetische Florenelemente. — Botan. Arch. **5**, S. 7—49. 1924.

SUMMERHAYES, V. S., and ELTON, C. S., Contributions to the ecology of Spitzbergen and Bear Island. — Journ. of Ecol. **11**, S. 214—286. 1923.

WALTON, J., A Spitzbergen salt marsh, with observations on the ecological phenomena attendant on the emergence of land from the sea. — Ebenda **10**, S. 109—121. 1922.

Kurze und lange Wasserstandsänderungen der Ostsee.

Von OTTO MEISSNER, Berlin-Potsdam.

Das flüssige Element zeigt Änderungen seiner Höhe, deren Dauer von wenigen Sekunden bis zu Tausenden oder Hunderttausenden von Jahren beträgt. Das Preußische Geodätische Institut hat der Verfolgung dieser Schwankungen insbesondere des Baltischen Meeres mit Hilfe seiner selbstregistrierenden Pegel an verschiedenen Orten der deutschen Ostseeküste von jeher sein Augenmerk gewidmet. Einige der wichtigsten, teils bereits früher, teils in neuerer Zeit erzielten Ergebnisse sollen im folgenden besprochen werden.

1. Windwellen: Perioden von etwa 5—10 Sekunden.

Diese werden von den Apparaten nicht aufgezeichnet, einmal wegen der zu kleinen Zeitskala, dann auch wegen der Aufstellung der Apparate in einem Brunnen, der gerade, der Deutlichkeit der Registrierung wegen, die zu kleinen Bewegungen abdämpfen soll[1]). Über die Windwellen der Ostsee ist nicht viel Besonderes zu sagen, als daß die langen Perioden der Ozeane in diesem Binnenmeer nicht vorkommen. Wie bei der mikroseismischen Bewegung nehmen die Perioden mit der Intensität der Bewegung zu, eine noch nicht erklärte Tatsache. Die *Höhe* der Wellen beträgt an sandigem Ufer selbst bei heftigem Wind meist nur Bruchteile eines Meters, wie Verf. sich selbst überzeugte (in Kolberg), an Felsen, Molen usw. infolge der Brandung natürlich mehr, doch kann man dies wohl kaum als eigentliche Oberflächenänderung des Wasserspiegels ansehen, sondern als eine durch besondere Verhältnisse hervorgerufene Turbulenzerscheinung.

2. Schwankungen von etwa 1 Minute Periode.

Schon die Alten bemerkten die allerdings auch sehr leicht ins Auge fallende Erscheinung, daß bei ziemlich ruhiger See die Wellen, nachdem sie einige Zeit genau bis zur selben Stelle am Strande gekommen sind, plötzlich ein Stück weiter vorrücken oder zurückgehen und nun wieder eine Weile eine neue kurzlebige „Strandlinie" bilden. Manchmal sind es auch nur *einige* Wellen (*τοιχύμιον*), die besonders weit vordringen, während vor und nach ihnen eine weiter seewärts liegende Linie eingehalten wird. Es handelt sich hier, wie wohl sicher anzunehmen ist — bei Beobachtungen von einem „Seesteg" aus kann man es besonders deutlich sehen — um eine Art *Interferenzerscheinung*, wobei die rückkehrenden Wellen des „Sogs" eine entscheidende Rolle spielen: ihre Periode schwankt infolge der von ihnen selbst geschaffenen und ständig umgelagerten kleinen Sandanhäufungen mehr als die sehr konstante Periode der von See her kommenden Wellen. Natürlich spielen hier auch Windstöße eine große Rolle, doch tritt die Erscheinung, wie oben schon bemerkt, auch bei ruhigem Wetter deutlich auf.

3. Schwankungen von etwa 10—100 Minuten.

Schwankungen mit einer Periode von 10—100 Minuten sind natürlich bei direkter Beobachtung nicht so augenfällig. Auf den Registrierungen, die, wie bemerkt, die ganz kleinen Perioden abdämpfen, treten sie aber sehr deutlich hervor. Sie sind von mir besonders eingehend für die Stationen Wismar, Marienleuchte und Swinemünde bearbeitet. Ich habe sie „Seiches der Ostsee" genannt. Der Lage der Stationen nach handelt es sich um wohl immer mehrknotige Quer- und Längsschwingungen des sich westöstlich erstreckenden Südteiles der Ostsee, etwa zwischen den Meridianen von Kiel und Memel.

Diese Perioden treten an manchen Stationen fast immer auf. Sie haben i. a. keine merkliche jährliche Periode, doch kommen gelegentlich — bei sehr gleichmäßigem Luftdruck — mehrere Sommertage hintereinander vor, wo die Kurven glatt sind, besonders in Pillau und Memel. Dann kann man auf dem Registrierbogen die an sich sehr unbedeutenden *Mondgezeiten* der Ostsee mit bloßem Auge deutlich erkennen (die Vergrößerung ist 20fach).

Fast immer treten diese Perioden in Gruppen von 2—6, die kleineren noch öfter, auf. Die einzelnen Stationen bevorzugen bestimmte Periodenlängen, Pillau

[1]) Ein geplanter Versuch der Registrierung auch der Kurzbewegungen mußte wegen Mangel an Mitteln fallen gelassen werden.

und Memel z. B. 48 Minuten (vielleicht uninodale Schwingungen der Haffs). In Swinemünde und Marienleuchte sind ganz kurze Perioden von 6—15 Minuten sehr häufig. Von den längeren sind solche von 30, 36, 41 und 48 Minuten am häufigsten. Nicht selten treten gleichzeitig Perioden von doppelter Länge auf, z. B. 48 und 96 Minuten. Die größten Perioden dieser Art sind wohl schon als „Obertiden" aufzufassen, deren an sich sehr kleine Amplitude durch meterologische Einflüsse gelegentlich stark vergrößert ist.

Die Amplituden betragen meist nur einige Zentimeter; solche von Dezimetergröße sind schon selten. Im allgemeinen wächst mit der Länge der Periode auch die Amplitude, ganz wie bei den Windwellen. Es ist jedoch dabei zu berücksichtigen, daß lange Perioden mit kleiner Amplitude sich nur schwer auffinden lassen.

4. Seebären.

Unter dem eigentümlichen Namen „Seebär" ([bär = bare = Welle] verwandt mit ge-bär-en, indogerm. γ^* bher) versteht man an den deutschen Küsten plötzliche starke bis zu 1 m betragende Erhebungen des Wasserspiegels, denen eine meist etwas langsamere Senkung, und gelegentlich noch schwächere Anschwellungen folgen. Sie richten oft merklichen Schaden an, sind aber in ihrer typischen Ausprägung recht selten. Es sind aperiodische Erscheinungen, wenn auch manchmal Seiches ihnen folgen. Als auslösende Ursache, für die man früher irrtümlicherweise öfters Erdbeben angesehen hat, habe ich „geknickte" Isobaren ermittelt: der Vorüberzug der Knickstelle erzeugt einen Seebär, wenn die Knickung genau über die Küste geht; andernfalls tritt nur ein mehr oder weniger allmähliches Anwachsen des Wasserspiegels an. Starker Wind braucht dabei nicht zu herrschen.

Platzregen und Gewitter bringen keine merkbare Veränderung des Wasserspiegels hervor.

5. Gezeiten.

Die in der Nordsee noch starken, bis weit in den Unterlauf von Elbe und Weser merkbaren Gezeiten spielen in der Ostsee keine auffällige Rolle mehr. Sie sind jedoch vorhanden; am größten sind die eintägige Sonnen- und die wie gewöhnlich in unseren Gegenden als Haupttide anzusehende rund halbtägige Mondwelle (M_2 in der Darwin-Börgenschen Bezeichnung). Die eintägige Sonnenwelle hat eine starke jährliche Periode. Am größten ist sie gegen den Herbst hin, im Winter klein; es scheinen meteorologische Verhältnisse dabei eine nicht unbedeutende Rolle zu spielen. Sie ist so groß, daß man große systematische Fehler erhält, wenn man den Wasserstand um Mittag als Ersatz für das Tagesmittel annimmt. Auch die Phase der Sonnenwelle ändert sich bedeutend im Laufe des Jahres. Schließlich weichen auch die Ergebnisse der Einzeljahrgänge stark voneinander ab, viel mehr als bei den Mondwellen. Deren Amplituden betragen 1—2 cm und nehmen nach Osten hin ab. Bei ruhigem Sommerwetter sind jedoch die halbtägigen Gezeiten selbst auf den Registrierbogen der östlichen Stationen Pillau und Memel oft mehrere Tage lang mit größter Deutlichkeit wahrzunehmen, wie schon oben bemerkt. Als „gezeitenloses" Nebenmeer kann man die Ostsee demnach nicht ansprechen. Eine viel größere Rolle spielen freilich im nächsten Abschnitt zu behandelnde

6. Vom Wetter abhängige Wasserstandsänderungen.

Es handelt sich um den Einfluß des Luftdrucks und des Windes. Ersterer ist zwar unzweifelhaft vorhanden: bei einer Luftdruckänderung um 1 mm Quecksilber ändert sich der Wasserstand — in entgegengesetztem Sinne — um 10 mm (statt $13^1/_2$, wie man nach dem Verhältnis der spezifischen Gewichte annehmen müßte), wie F. KÜHNEN und Verf. auf verschiedenen Wegen nachgewiesen haben. Im allgemeinen wird er jedoch durch den Einfluß des Windes weit überdeckt.

Dieser ist, wenn man 8 Windrichtungen annimmt, im Mittel aller Windstärken kleiner als man vielleicht erwarten sollte: er geht selbst bei den direkt auflandigen Winden nicht über 10 cm hinaus. Natürlich wächst er aber stark mit steigender Stärke des Windes und kann dann 1 m und darüber betragen. Es ist jedoch stets die allgemeine Wetterlage bzw. Windrichtung in der weiteren Umgebung der Station von Bedeutung: so kann gelegentlich starker auflandiger Wind mit einer nur schwachen Erhöhung des Wasserspiegels verbunden sein usw. Auch die Richtung, aus der die Winde vorher geweht haben, und die Dauer bestimmter Windrichtungen ist von erheblichem Einfluß. Verf. hat darüber eingehendere Untersuchungen angestellt. Bei gleichmäßigem Wehen des Windes aus derselben Richtung tritt erst nach etwa 6—8 Tagen ein Beharrungszustand ein.

Obwohl also der Wind auf die einzelnen Tages- und auch noch Monatsmittel einen bedeutenden Einfluß ausübt, ist das *Jahres*mittelwasser von der *örtlichen* Windrichtung nur noch in geringem Maße abhängig. Hiervon wird im übernächsten Abschnitte die Rede sein.

7. Langperiodische Gezeiten.

Während die ganz- und halbtägigen Gezeiten nach der sog. dynamischen Theorie zu behandeln sind und die „Hafenzeit", d. h. Zeitdifferenz zwischen Eintritt der Flut und Durchgang des Mondes durch den Meridian empirisch bestimmt werden muß, folgen die „langperiodischen" Gezeiten (mit Perioden von $^1/_2$ Monat bis zu 1 Jahr) der statischen Theorie, d. h. die Flut folgt dem Mond ohne Phasenverzögerung. Da die Amplitude dieser Gezeiten aber schon theoretisch sehr klein ist, sind sie in dem hier in Frage kommenden Gebiete noch nicht weiter untersucht worden, zumal da sie von sog. „meteorologischen" Fluten (die aber keine echten Gezeiten sind) von ähnlicher Periode überdeckt werden.

Nur die Chandlersche Periode der Polhöhenschwankungen von 434 Tagen hat PRZYBYLLOK mit negativem Ergebnis eingehender untersucht. Die Amplituden und Phasen zeigen so große Unterschiede gegen die Theorie und untereinander, daß die Ergebnisse als rein formelle Rechnungsresultate angesehen werden müssen.

8. Ganz- und halbjährige Perioden.

Sehr ausgesprochen ist im Wasserstand der südlichen Ostsee eine ganz- und eine halbjährige Periode. Die Amplituden sind groß, beim Einzeljahrgang für sie wie für eine dritteljährige Periode von der Größe eines halben bis ganzen Dezimeters, im Mittel wegen der starken Phasenschwankungen viel kleiner. Da die Dritteljahrsperiode um so kleiner wird, je mehr Jahrgänge man nimmt, so stellt sie offenbar nur Reste starker unperiodischer Unregelmäßigkeiten dar und ist als nicht reell anzusehen.

Anders die ganz- und halbjährige Periode. Sie dokumentieren sich auch schon dadurch als reell, daß ihre Phasen und Amplituden von *W* nach *E* gesetzmäßig fortschreiten.

Daß diese Perioden *meteorologische* Ursachen haben, steht außer Zweifel. Nun könnte man zunächst denken, die verschiedene Wasserführung der Flüsse, die in die Ostsee münden, verursache die Wasserstandsschwankungen. Aber das kann nicht der Fall sein: im Frühling, z. Z. der *hohen* Flußwasserstände, ist das Ostseemittelwasser am *tiefsten*, zur Sommerszeit, wo die Flüsse wenig Wasser führen, umgekehrt am höchsten.

Größere Klarheit bietet erst die Heranziehung der Nordseestationen. Das Preußische Geodätische Institut hat nur eine solche, Bremerhaven. Ihr jährlicher Gang ist nun fast genau derselbe wie der der Ostseestationen, zumal der westlichsten. Man muß also schließen, daß der Wasserstand der *Nordsee* — der ebenfalls von der Wassermenge der einmündenden Flüsse so gut wie unabhängig ist — auch für den der Ostsee maßgebend ist. Und zwar findet hier eine Stau- bzw. Saugwirkung statt, derart, daß bei allgemein hohem Wasserstande die östlichen Stationen relativ den höchsten Wasserstand haben, und bei tiefem ist es genau umgekehrt. Diese Erscheinung findet sich auch bei Zugrundelegung kürzerer Zeiten und ist dann wesentlich eine *Wind*wirkung. Diese Ursache ist aber für die Jahresperiode nicht maßgebend. Wohl aber beeinflussen die örtlichen Wetterverhältnisse merklich die Halbjahresperiode.

9. Mehrjährige Perioden.

Betrachtet man eine längere Reihe von Jahresmittelwassern, so findet sich die auch sonst oft bei meteorologischen Erscheinungen[1]) häufige Aufeinanderfolge gleichsinniger Abweichungen vom Mittel eines längeren Zeitraums. Diese „Pseudoperioden", wie ich sie nennen möchte, umfassen meist 5—6 Jahre. So können Lustrenmittel um 5 cm und noch etwas mehr voneinander verschieden sein, was eine genauere Bestimmung der später zu betrachtenden Säkularperiode natürlich außerordentlich erschwert, da deren Amplitude knapp von der eben bemerkten Größenordnung ist.

Aus diesem Grunde sind auch die mannigfachen Versuche, die Verf. gemacht hat, um Perioden von 8—12 Jahren zu ermitteln, nicht von entscheidendem Erfolge gewesen. Es ergeben sich zwar (natürlicherweise) Perioden mit Amplituden von einigen Zentimetern, aber die mittleren Fehler sind meist größer als die Konstanten selbst. Allerdings stimmen für die 3 Stationen Travemünde, Swinemünde und Kolbergermünde, die ich bearbeitete, die Phasen ziemlich gut überein. Dies könnte man zugunsten der Realität solcher Perioden deuten, wenn nicht die Wasserstände dieser Stationen i. a. einen überhaupt sehr ähnlichen Verlauf hätten, wenigstens seit Mitte des 19. Jahrhunderts. Vorher scheinen teilweise unbekannte systematische Abweichungen vorhanden zu sein; auch zeigt Travemünde gegen 1880, zu Beginn der Registrierungen, gegenüber den andern Stationen eine relative Abweichung des Wasserspiegels (im Sinne einer Zunahme) von ca. 4 cm, deren Ursache noch dunkel ist.

10. Säkulare Perioden; etwaige Senkung der Ostseeküste.

Von noch längeren Perioden käme zunächst die Brücknersche von ca. 35 Jahren in Betracht. Sie ist — in dem hier betrachteten Zeitraume — in der Ostsee nicht sicher nachweisbar. Berechnet man die Amplitude, so steht ihrem Wert von 1—2 cm ein viel größerer mittlerer Fehler gegenüber. Es rührt diese Unsicherheit natürlich von der relativ großen Amplitude der von mir oben als „Pseudoperioden" bezeichneten unregelmäßigen mehrjährigen Wasserstandsschwankungen her.

BRÜCKNER selbst glaubte, daß sich 3 solcher Perioden zu einer großen von ca. 100 Jahren Periode zusammenfassen ließen. Starke Andeutungen einer solchen finden sich denn auch tatsächlich in den Wasserständen der Ostseestationen! Man erhält Amplituden von 40 mm bei Travemünde, 20—25 mm bei Swinemünde und Kolbergermünde und fast gleiche Phasen: Minimum um 1860, Maximum um 1910. In einer Veröffentlichung des Kolberger Hafenbauamts sind auch noch andere Stationen und die Jahre vor 1855 (bis fast 1800 hin) hinzugezogen: sie stimmen gut mit den sichereren Ergebnissen der späteren Jahre. Naturgemäß ist aber die genaue *Länge* der Periode noch unsicher; eine Berechnung mit Hilfe der Quadratsumme der mittleren Fehler ergibt 95 Jahre[1]).

Hieraus ergibt sich, daß, bei aller Unsicherheit über die Elemente dieser Säkularperiode, von einer dauernden *Senkung der Ostseeküste*, wie sie frühere Forscher z. T. annahmen, wenigstens innerhalb des 19. Jahrhunderts, keine Rede sein kann. Der aufsteigende Teil der Periode konnte eine solche immerhin vortäuschen. Wenn die Periodenlänge nicht allzu unsicher bestimmt ist, muß in den nächsten Jahrzehnten wieder eine allgemeine Abnahme des Wasserstandes erfolgen. Und jenes scheint nicht der Fall zu sein, denn nach einer neueren Veröffentlichung über das Kolberger Mittelwasser, in der die Jahrzehntemittel von 1812 an gegeben sind, hat sich auch um bzw. bald nach 1800 ein Maximum des Wasserstandes gezeigt, obwohl, wie schon bemerkt, die Unterlagen hier nicht mehr so sicher sind wie späterhin. Um die Mitte des laufenden Jahrhunderts wird es möglich sein, die Periode schon genauer festzulegen.

So haben wir die Schwankungen des „ruhelosen Meeres" (*ἄλὸς ἀτρυγέτοιο*) von wenigen Sekunden bis zur etwa milliardenfachen Dauer dieser Zeit verfolgt; und daß nach oben hin die Grenze noch nicht erreicht ist, steht fest. Die Bestimmung solcher Schwankungen aber fällt in den Bereich der Geologie.

Literatur:

Veröffentlichungen des Preuß. Geodät. Instituts über das Mittelwasser der Ostsee von SEIBT, WESTPHAL, KÜHNEN (vgl. auch die Jahresber. des Instituts); über die Chandlersche Periode von WANACH und PRZYBYLLOK.

ANDERSON, Das Mittelwasser von Kolbergermünde.

MEISSNER, Über den Einfluß von Luftdruck und Wind auf das Mittelwasser der Ostsee. Ann. d. Hydrographie **44**, S. 473—477; **45**, S. 227—232; **48**, S. 293 bis 296; Petermanns Mitt. **66**, S. 157—158.

MEISSNER, Seiches der Ostsee. Ann. d. Physik **23**, S. 121—123.

MEISSNER, Die Schwankungen des Ostseemittelwassers. Ann. d. Hydrographie **49**, S. 133—136.

MEISSNER, Der Einfluß der Luftdruckverteilung über der Ostsee auf den Wasserstand. Ann. d. Hydrographie **51**, S. 264—266.

MEISSNER, Über die Entstehung der Seebären. Ann. d. Hydrographie **52**, S. 14—15.

[1]) So haben nach HELLMANN die Sommer in Berlin die Neigung gruppenweise zu warm oder zu kalt zu sein; die Winter weniger (KAMMERERS „Gesetz der Serie.") FÖRSTER, der frühere Direktor der Berliner Sternwarte, sprach in ähnlichen Fällen von „Fehlernestern."

[1]) Zieht man auch die Nordseestationen heran, so ergibt sich eine Länge von ca. 120 Jahren, aber natürlich auch unsicher, da hier die Beobachtungen um die Mitte des 19. Jahrhunderts einsetzen.

Besprechungen.

TSCHERMAK, A. VON, **Allgemeine Physiologie, eine systematische Darstellung der Grundlagen sowie der allgemeinen Ergebnisse und Probleme der Lehre vom tierischen und pflanzlichen Leben in zwei Bänden.** Erster Band: Grundlagen der allgemeinen Physiologie, II. Teil: Morphologische Eigenschaften der lebenden Substanz und Zellularphysiologie. Berlin: Julius Springer 1924. S. 285—796 und 109 Textfiguren. 17×28 cm. Preis 30 Goldmark.

Als im Jahre 1916 des ersten Bandes erster Teil von TSCHERMAKS allgemeiner Physiologie erschien, gewann man sogleich den Eindruck eines Werkes von ungewöhnlicher Originalität des Aufbaues und von einer seltenen Gründlichkeit gegenüber den Gesamtproblemen, welche bei der Erforschung der Lebenserscheinungen zu berücksichtigen sind. Der 8 Jahre später erscheinende zweite Teil verstärkt diesen Eindruck, denn der Inhalt desselben übertrifft womöglich die Vorzüge des früheren.

Der vorliegende Band enthält zwei Hauptkapitel, erstens die morphologische Charakteristik der lebenden Substanz und zweitens die Zellularphysiologie. Die Spannweite des Materiales, welche der Autor diesen beiden Themata gibt, ist selbst für unsere Tage der weitschichtigen Literatur eine ungemein große. Die morphologische Charakteristik der lebenden Substanz wird zuerst eingehend als Struktur des Protoplasmas gegeben. In absolut moderner Weise wird eine sehr gründliche kolloid-chemische und physikalische Erörterung vorausgeschickt, welcher dann eine allgemeine Strukturlehre folgt. Wir finden in diesem Abschnitt nicht allein eine sehr vollständige und kritische Bearbeitung der gesamten Methodologie, soweit sie zur Gewinnung der zahlreichen Tatsachen und zur Aufstellung einer recht erheblichen Anzahl von Theorien gedient hat, sondern auch eine deskriptive Darlegung der histologischen Tatbestände, die jedem sehr ins einzelne gehendem anatomischen Werke zur Zierde gereichen würde. Dabei hat es TSCHERMAK verstanden, durch eine reiche Anzahl trefflich ausgewählter und ausgeführter Abbildungen die Anschaulichkeit zu erhöhen. Ein Autor, der durch souveräne Beherrschung morphologischer Methoden und Tatsachen und eine stupende Literaturkenntnis als unbestreitbarer Fachmann sich erweist, ist auch berufen, von der höheren Warte des Physiologen Wert und Unwert morphologischer Tatsachen, Theorien und Spekulationen für Wirklichkeitserkenntnisse auf dem Gebiete des Biologischen abzuwägen. Dies geschieht durch TSCHERMAK für die Probleme der Vitalfärbung, der Granulafärbung, der Fibrillarstruktur, der Wabenstruktur und der verschiedenen Metastrukturen. Es fehlt in seiner Darstellung wohl nichts, was wir an Tatsächlichem besitzen und es ist ein Genuß, zu verfolgen, wie er mit den Hilfsmitteln der chemischen, der physikalischen und insbesondere der physiologischen Erfahrungen eine ebenso strenge wie vornehme Kritik der Meinungen übt, die recht eigentlich als morphologische bezeichnet werden können und denen seltsamerweise öfters ein viel größeres Vertrauen entgegengebracht wird, als sie verdienen. Wenn TSCHERMAK gegen Ende dieses Abschnittes zu dem Satze gelangt, daß die Funktion das primäre, die Struktur erst das sekundäre, doch zugleich das stabilisierende, orientierende, begünstigende und ausgestaltende Moment sei, so spricht der Autor eine der fundamentalsten Sätze der modernen allgemeinen Physiologie auf Grund eines voraufgehenden, geradezu erdrückenden Beweismateriales aus.

Der weitere Abschnitt befaßt sich mit der Tektonik der lebenden Substanz, in welcher Dinge wie der Zellbegriff, der Zwischensubstanzen, des Vielzellenorganismus, des Individuums, der Organologie der Zelle, des Zentralkörperapparates und der fakultativen Zellorgane behandelt werden. Die Aufzählung der eben genannten Begriffe zeigt das große Geschick des Autors in bezug auf originelle Dispositionsweise des Themas, dem er den Titel Tektonik der lebenden Substanz gegeben hat. Wieder wird man durch die glückliche Verbindung des reichsten Tatsachenwissens mit der Befähigung einer vielseitigen Beleuchtung desselben gefesselt. Alles dies wird dominiert durch das sichtbare Bestreben TSCHERMAKS, die biologischen großen Zusammenhänge aus der erdrückenden Fülle der Einzeltatsachen und des Spezialwissens klar herauszuschälen.

Die Zellularphysiologie ist vom Standpunkte der Physiologie der interessanteste Teil des Werkes. Bei einem so häufig gebrauchten Begriff, wie es derjenige der Zellularphysiologie ist, wäre von vornherein zu erwarten, daß die Tschermaksche Darstellung prinzipiell ähnliche Bahnen einschlagen würde wie andere Werke, die sich mit dem gleichen Gegenstand befassen. Das ist bei näherem Zusehen durchaus nicht der Fall. Die Einteilung des Gegenstandes und die Ausführung ist neuartig und wohl bekannte Tatsachen und Auffassungen erhalten eine Prägung in bisher nicht gewohnter Weise. Zuerst behandelt TSCHERMAK die biologischen Eigenschaften der Phasengrenzen des Protoplasmas, sodann die Funktionsteilung im Zellsystem. Unter den erstgenannten Titel fallen nach TSCHERMAK eine große Zahl von Problemen, die mit zu den wichtigsten der allgemeinen Physiologie im ganzen gehören. Es gehören hierzu die intercelluläre Leitfähigkeit, die Lehre vom Zellturgor in ihrem physikalischen und biologischen Teil, die osmotischen Regulierungen, die Permeabilität des Protoplasmas, die elektrischen Grenzladungen von Zellen, sowie die Kräfte und Einrichtungen an den protoplasmatischen Phasengrenzen. Typisch für die Art und Weise, wie TSCHERMAK die allgemeine Physiologie durcharbeitet und durchdenkt, ist seine Darstellung der Permeabilität. Wer selbst auf diesem Gebiete gearbeitet hat, weiß, was es bedeutet, sich vor der Fülle schier erdrückender Einzeltatsachen zu befinden, kennt auch die Gefahr, in einseitige Bahnen der Deutung gedrängt zu werden, je nachdem man physikalische oder physikalisch-chemische, oder biologische gleich gut beglaubigte Tatsachen bevorzugt. TSCHERMAK versteht es, die Tatsachen zu meistern, nicht durch Beschränkung, sondern durch Kunst der Behandlung; dem Referenten ist keine einzige Auslassung begegnet. Vor allem aber lenkt TSCHERMAK fortwährend die Aufmerksamkeit auf das eigentlich Biologische. So versteht er der allgemeinen Physiologie der Permeabilität durchaus sinngemäß so spezielle Probleme, wie die Bedeutung der inneren Sekrete und der akzessorischen Nährstoffe, des Einflusses des Nervensystemes und der funktionellen Zustände in der Niere einzugliedern. In der allgemeinen Cytoelektrik sei als besonders bemerkenswert hervorgehoben, wie TSCHERMAK durch sinnreiche Modellzeichnungen recht komplizierte elektrische Ladungserscheinungen und Theorien über dieselben darzustellen weiß.

Im letzten Abschnitt Funktionsteilung im Zellsystem ist wohl der interessanteste Teil die Behandlung der Vererbungsfrage, in welcher TSCHERMAK eigene, biologisch ungemein anregende Wege wandelt. Der Autor gibt in seiner Vorrede an, daß seine Darstellung

der allgemeinen Physiologie sich an solche Leser wendet, welche eine tiefer schürfende kritische Behandlung der Probleme und Ergebnisse dieses Forschungsgebietes suchen. Jeder Leser des Tschermakschen Werkes, der die erforderlichen Fachkenntnisse mitbringt und der vor der Fülle der Tatsachen, die sich ihm enthüllen, nicht zurückschreckt, wird überreichlich das finden, was der Autor angibt. Die physiologische Literatur ist durch dieses Werk um eins bereichert, welches bisher in seiner Art kein gleiches hat.

LEON ASHER, Bern.

TRENDELENBURG, W., und A. LOEWY, **Lehrbuch der Physiologie des Menschen.** (4. Aufl. des Lehrbuchs von ZUNTZ und LOEWY). Leipzig: F. C. W. Vogel 1924. 789 Seiten mit 280 Figuren und 2 Tafeln. Preis geh. 24, geb. 28 Goldmark.

Das unter dem Namen „ZUNTZ-LOEWY" bekannte Buch erfreut sich seit 15 Jahren eines guten Rufes in den Fachkreisen und bei den Studierenden. Es gehört zu den Büchern, die das Eingeständnis offen kundgeben, daß ein Einzelner heute nicht alle Zweige einer Wissenschaft in solchem Grade beherrschen kann, um eine gut fundierte Darstellung des ganzen Gebietes zu geben. So sind denn die einzelnen Hauptkapitel auf eine Reihe von Verfassern verteilt, die jeweils als besonders gut orientiert gelten dürfen. Im Laufe der verschiedenen Auflagen wurden manche Kapitel von neuen Verfassern übernommen und entsprechend um- oder neu bearbeitet. Diesmal ist nun auch einer der Herausgeber, der geistige Vater des Werkes, NATHAN ZUNTZ, von der weiteren Teilnahme abberufen gewesen und an seine Stelle trat WILHELM TRENDELENBURG. In der Anlage des Buches wurde geändert, daß diejenigen Kapitel, die die Aufnahme, Verteilung und Abgabe der *Stoffe* behandeln, vor diejenigen gerückt sind, die der Aufnahme physikalischer Energieformen und den Kraftäußerungen des Körpers selbst gewidmet sind. Den Anfang macht statt eines früheren Kapitels „Allgemeine Physiologie" von VERWORN eine „Einleitung in die Physiologie" aus der Feder von TRENDELENBURG. Sie wendet sich offensichtlich an den unbefangenen Studenten, sucht eine kurze Auseinandersetzung mit den großen (philosophischen) Grundfragen, vermittelt Prinzipielles über das Wesen der naturwissenschaftlichen Forschung und zeichnet somit den Rahmen, in dem der Inhalt des Buches gesehen werden soll. Vom pädagogischen Standpunkt aus scheint mir die Einführung TRENDELENBURGS richtiger als die ältere VERWORNS, die bereits vorgreifend und nicht ohne Festlegung auf bestimmte Hypothesen den Schlüssel zu allgemeinen Grunderkenntnissen geben wollte. In die verschiedenen Kapitel der vegetativen Physiologie teilen sich JOHANNES MÜLLER (Chemie des Körpers und Blut), ELLENBERGER und SCHEUNERT (Verdauung), SPIRO (Resorption und Assimilation, sowie Lymphe), JOHANNSON (Chemie der Atmung), KESTNER (Harn und Niere), METZNER (Haut und innere Sekretion) und LOEWY, der außer dem Abschnitt über die Milz das Kapitel von ZUNTZ über Stoffwechsel und Wärmehaushalt überarbeitet hat. Die zur Chemie der Atmung und des Blutes gehörigen Kapitel der Mechanik der Atmung und des Kreislaufs sind von R. DU BOIS-REYMOND und von HÜRTHLE geschrieben. Die zweite Hälfte des Buches umfaßt die Sinnes-, Nerven- und Muskelphysiologie in folgender Gruppierung: Allgemeine Sinnesphysiologie und niedere Sinne nach der früheren Fassung seines Lehrers v. KRIES überarbeitete MANGOLD, das Auge behandelt TRENDELENBURG, Gehör und Sprache KREIDL, allgemeine Muskel- und Nervenphysiologie WEISS, Zentralnervensystem EXNER, periphere Nerven KREIDL, Körperbewegungen R. DU BOIS-REYMOND. Mit dem letzten Kapitel über Fortpflanzung, Vererbung, Wachstum und Tod schließt LOEWY das Ganze ab. Überblickt man diese Namen, so hat man eine stattliche Anzahl ausgewählter Sachverständiger für die einzelnen Gebiete beisammen, und es ist schon daraus selbstverständlich, daß das Buch ein hohes wissenschaftliches Niveau hält. Vielseitige und gründliche Belehrung findet man in all den vielen Einzelfragen, an denen ein solches Buch nicht vorübergehen kann, meist mit guter Darstellung der wesentlichsten experimentellen Stützen des Gesagten, oft auch den wichtigsten methodischen Angaben und zahlreichen Literaturhinweisen. Dennoch kann man auch an diesem Buche, wie an manchen ähnlichen erkennen, daß es nicht leicht ist, mit der vorwärtsdrängenden Erkenntnis überall ganz Schritt zu halten; die Neigung der verschiedenen Mitarbeiter zu Umänderungen des früheren Textes ist nicht gleichmäßig entwickelt. Selbst LOEWY hat nach meiner Ansicht die Pietät gegen ZUNTZ weiter getrieben, als nötig gewesen wäre; ließe sich z. B. über den Abbau des Traubenzuckers heute nicht manches andere sagen, als daß „Glykuronsäure das erste Oxydationsprodukt des Zuckers" ist? Das Wort „Lactacidogen" habe ich nicht finden können. Die Ausdrücke „Kraft" und „Arbeit, Energie" empfiehlt es sich wohl, gerade im didaktischen Interesse, recht scharf auseinanderzuhalten. Und darf man noch „Natriumcarbonat oder Soda" als im Blute gegenwärtig nennen, wie es JOHANNES MÜLLER tut? Er kennt die Mineralstoffe des Blutplasmas nur aus *Aschen*analysen und meint, es enthalte „vielleicht auch Kaliumsalze".

In anderen, d. h. bei weitem den meisten Kapiteln des Buches sind mir solche Äußerungen, die ich als Mängel empfinde, nicht aufgefallen, wenn ich mich auch für viele Gebiete durchaus nicht zum Kritiker berufen fühlen kann. Etwas dürftig kommen vielleicht in der Lehre vom Kreislauf — entsprechend der klassischen Hämodynamik — die *Capillaren* weg, trotz KROGH und Nobelpreis. Gar manches von diesen Ausständen mag seine Erklärung finden in der Not der Zeit, die die rechtzeitige und bequeme Einsicht in die Literatur, vor allem des Auslandes, auch regsamen Gelehrten fühlbar erschwert, wenn nicht unmöglich macht. Um so mehr muß betont werden, daß mehrere wichtige Abschnitte nicht nur die Namen berühmter Meister des Faches an der Stirn, sondern auch auf allen Seiten den Stempel des Meisterhaften tragen. Im ganzen bietet das Buch so reichen und wertvollen Inhalt, daß es nicht leicht durch ein anderes ersetzt werden kann.

W. HEUBNER, Göttingen.

HAHN, AMANDUS, **Grundriß der Biochemie für Studierende.** Stuttgart: Ferdinand Enke 1923. 265 S. und 13 Abb. 16×23 cm. Preis 6,60 Goldmark.

Unter Anlehnung an die fundamentalen Gesetze der theoretischen Chemie schildert Verfasser die einzelnen Körperklassen. Beginnend mit einer allgemeinen Übersicht über Fermente werden die Kohlenhydrate, Eiweißstoffe, akzessorischen Nährstoffe, Fette, Wachse, Sterine und Phosphatide abgehandelt. Ein besonderes Kapitel ist der physiologischen Chemie des Blutes gewidmet. Die Schlußkapitel beschäftigen sich in breiter Form mit der Reaktion der Körperflüssigkeiten, dem osmotischen Druck und den Kolloiden. Es ist dem Verfasser unbedingt beizupflichten, daß man bei der Darstellung der physiologischen Chemie selbst in einer kurzen Abfassung die physikalisch-chemischen Tatsachen unbedingt berücksichtigen muß. Im vorliegenden Falle ist leider die Darstellung des ganzen Stoffes in physiologischer und chemischer Hinsicht etwas zu

kurz gekommen. Auch vermisse ich in dem Kapitel Kohlenhydrate die neuesten Arbeiten von KARRER und PRINGSHEIM über Stärke und Cellulose.

C. BRAHM, Berlin.

FRANCK, H. HEINRICH, **Die Verwertung von synthetischen Fettsäureestern als Kunstspeisefette.** Braunschweig: Fr. Vieweg & Sohn 1921. 96 S. und 3 Abbildungen. 13×21 cm.

Die Abhandlung gliedert sich in einen wirtschaftlichen, einen physiologischen und einen technischen Teil. Der wirtschaftliche Teil gibt eine ausführliche Darstellung der Lage der Fettversorgung während des Krieges, die in den Jahren 1917 und 1918 eine kleine relative Erleichterung erfuhr durch ein nach dem Vorschlag des Verfassers in gewissem Umfang ausgeübtes Verfahren, Fettsäuren, die bei der Raffination von Speisefetten abfielen, durch Veresterung mit Äthylalkohol der Ernährung wieder zuzuführen. Im zweiten Teil werden die physiologischen Prüfungen besprochen, denen das Produkt unterworfen wurde, im technischen Teil die Erfahrungen, die sich bei der Darstellung des Produkts im Laboratorium und im Betrieb ergaben. — Das Verfahren war nach dem eigenen Urteil des Verfassers ein durch den Krieg bedingter Notbehelf. Wenn nun auch die Frage derartiger Ersatzstoffe jetzt nicht mehr aktuell ist und, hoffen wir, auch nicht mehr aktuell werden wird, so bietet das Schriftchen doch vieles allgemein Interessante, z. B. vergleichende Versuche über die Verseifungsgeschwindigkeiten von Äthyl-, Glycol- und Glycerinestern, ferner verschiedene Erfahrungen beim Verestern der Fettsäuren und Härten der Ester.

E. IMMENDÖRFER, Dresden.

HAERING, TH. L., **Philosophie der Naturwissenschaft.** München: Rösl & Cie. 1923. 787 S. Preis geh. 10, geb. 15 Goldmark.

Das Buch stellt sich die Aufgabe, „die Ergebnisse der (exakten) Naturwissenschaft . . . ohne jede Benutzung der wissenschaftlichen, insbesondere auch der mathematischen Formelsprache . . . abzuleiten und im Sprachgebrauch des nichtwissenschaftlichen Menschen darzustellen" (S. 8). Es führt aufs breiteste aus, wie die ganze Physik auf eine „Arithmetisierung der vorwissenschaftlichen Welt" (S. 297) hinauslaufe, wie sie alles Qualitative in den Begriffen der Kraft, der Materie, des Raumes und der Zeit ausschalte und durch bloße Zahlbeziehungen zwischen Meßergebnissen ersetze. Diese Einsicht bedeute eine „Rehabilitierung des vorwissenschaftlichen Weltbildes", denn alle Qualitäten könnten als „metaphysikalisch" hinter der Physik weiterbestehen. Ein 88 Seiten starker „Anhang" soll die Richtigkeit dieses Standpunktes an der Relativitätstheorie erhärten, indem er darlegt, Einstein irre, wenn er die „wirkliche" Zeit zu behandeln glaube; er bringe vielmehr „geniale rechnerische Korrekturen" an der vorher inkorrekten Umrechnung der „irdischen" Meßergebnisse auf andere Koordinatensysteme an. Man habe die falsche Umrechnung „bisher nur wegen der allzu geringfügigen, daraus sich ergebenden Fehler" nicht bemerkt (S. 727), doch sei es unmöglich, durch Messung oder Beobachtung, ja überhaupt durch Erfahrung, die bloßen Zahlformeln der Relativitätstheorie zu beweisen (S. 736 ff.). Daß es widerspruchsvoll ist, Umrechnungsformeln, die einerseits zu Fehlern gegenüber der Erfahrung führen können, anderseits die empirische Verifizierbarkeit abzusprechen, ist dem Verf. wohl entgangen. Auch Elektronen-, Quanten- und Bohrsche Theorie, nichteuklidische und projektive Geometrie u. a. m. werden im Verlauf des Buches paraphrasiert, auf die überall im Hintergrund verborgenen Probleme wird nicht eingegangen, kleinere und größere Irrtümer werden nicht immer vermieden. So wird z. B. (S. 488) behauptet, die Krümmung eines nichteuklidischen Raumes lasse sich durch Messung nicht nachweisen, „weil ja auch alle Maßstäbe sich in einem solchen Raum entsprechend ändern würden", dem elliptischen und pseudosphärischen Raum wird „ungleichmäßige" Krümmung zugeschrieben (S. 487) u. a. m. An den philosophischen Grundlagen der Naturwissenschaft interessierte Fachmänner werden die Hauptthese des Buches wohl als heute schon selbstverständlich betrachten und ihrer so umfangreichen Ausführung kaum irgendwelche Anregung abgewinnen können, so sehr auch die gewiß mühevolle Arbeit des Verf.s bei der Durchsicht einer ausgedehnten Literatur Achtung verdient. Das Buch könnte nur als halb volkstümliche Einführung in den Gedankenkreis der modernen Naturwissenschaft gewertet werden, wenn nicht die weitschweifige und blutleere Darstellung auch hier Bedenken erregen müßte.

E. ZILSEL, Wien.

PAULI, R., **Psychologisches Praktikum.** Leitfaden für experimentell-psychologische Übungen. 3. verbesserte Auflage. Jena: G. Fischer 1923. XVI, 247 S., 100 Abbildungen und 4 Tafeln. 15×23 cm. Preis geh. 5, geb. 6 Goldmark.

Die beiden ersten Auflagen sind in dieser Zeitschrift schon gewürdigt worden (7. Jahrg., 1920, S. 9 und 657). Da die neue Auflage gegenüber der vorigen noch manche Zusätze und Umarbeitungen bringt, die zumal die ersten Abschnitte betreffen, im großen und ganzen aber das gleiche Buch geblieben ist, so sind nur wenige Worte nötig. Daß nach relativ kurzer Zeit eine dritte Auflage nötig geworden ist, zeigt, daß sich das Buch eingebürgert hat, und ebenso, daß das Interesse an der experimentellen Psychologie allen Prophezeiungen zum Trotz noch keineswegs erloschen ist. Persönlich habe ich zweierlei an dem Buch auszusetzen: 1. es ist für meinen Geschmack zu sehr auf fertige Apparate eingestellt, leitet zu wenig zur Herstellung der nötigen Instrumente mit einfachen Mitteln an. Es entsteht dadurch leicht der Gedanke, als gäbe es z. B. einen „Apparat zur Bestimmung der Wohlgefälligkeit von Farben"; 2. scheint mir die schon in der Besprechung der 1. Auflage gekennzeichnete Vermischung von Lehrbuch und Praktikum nicht günstig. Denn bei dem innigen Zusammenhang von Theorie und Experiment wird ein Psychologe, der den theoretischen Standpunkt des Verfassers nicht teilt — und das werden in Anbetracht der unsicheren und keineswegs klaren Haltung wohl die meisten sein —, das Buch nicht nur durch persönliche Belehrung ergänzen, was durchaus in der Ordnung wäre, sondern vielfach auch bekämpfen müssen. Eine Darstellung der Hauptexperimente in ihrer Tragweite für die Hauptfragen schiene mir sehr viel zweckdienlicher.

K. KOFFKA, Gießen.

RINNE, FRIEDRICH, **Gesteinskunde.** Für Studierende der Naturwissenschaft, Forstkunde und Landwirtschaft, Bauingenieure, Architekten und Bergingenieure. Achte und neunte Doppelauflage. Leipzig: Dr. Max Jaenecke 1923. VII, 373 S. und 519 Textfig. 18×26 cm. Preis geh. 13, geb. 14 Goldmark.

Wenn von einem Lehrbuch der Gesteinskunde in 22 Jahren 9 Auflagen erscheinen, davon allein 5 in den letzten 4 Jahren, so erübrigt sich für den Berichterstatter eigentlich jedes empfehlende Wort. Besonders, wenn beigefügt wird, daß das Rinnesche Werk nicht nur im Inland, sondern fast noch mehr im Ausland das weitaus verbreitetste Lehrbuch der Gesteinskunde ist. Der allgemeine Charakter des Werkes ist in früheren

Besprechungen hervorgehoben worden. Die Anschaulichkeit der Schilderung, die lehrhafte Eingliederung neuer Erkenntnisse, Beobachtungen und Theorien und nicht zum wenigsten die immer wieder von neuen, geistvollen Gesichtspunkten ausgehende Betrachtungsweise des Gegenstandes ist auch in dieser neuen Auflage das bewußte Bestreben des Verfassers gewesen. So hat z. B. der Gedanke einer *Physiologie* der *Gesteine* und ihrer Bedingtheit von erdtektonischen, stofflichen und physikalischen Umständen starke Betonung und Vertiefung gefunden. Die für das Verständnis der Einzelerscheinungen so wichtigen Übergänge der einzelnen Typen werden stark betont. Scheinbar fernstes wird gedanklich verknüpft: so magmatisches Hochdringen, Erdtektonik, Salzstöcke und Bjerknessche Luftwirbel. Aus allen neuen Erkenntnissen schöpft Verfasser sofort die anschauliche Anwendung auf sein Gebiet. So erklärt sich die weite Verbreitung und die große Beliebtheit, deren sich des Verfassers Werke erfreuen. Aus dieser seiner umfassenden Art entstehen aber auch fort und fort der Mineral- und Gesteinskunde die fruchtbarsten Anregungen auf den verschiedensten Gebieten.

Wenn nach einem soeben geprägten Wort von Prof. Dr.-Ing. P. GOERENS-Essen eine neuzuschaffende „Industrieforschung" den Gegensatz zwischen Wissenschaft und Praxis überbrücken soll, so hat dies Verf. durch die Verknüpfung der wissenschaftlichen Mineralogie und Petrographie mit den Aufgaben der im Untertitel des Werkes genannten Praktiker auf seinem Gebiet schon längst getan.

Das Werk ist in der bekannten vorzüglichen Art mit überaus zahlreichen und stets wieder neugesichteten und vermehrten ganz vortrefflichen Abbildungen ausgestattet. Auch hier ist die glückliche Hand des Verfassers zu rühmen, die stets das Beste und Lehrhafteste herauszufinden weiß. H. SCHNEIDERHÖHN, Gießen.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Bemerkungen zu den Ausführungen von J. Joly „Über die Radioaktivität der Gesteine".

Heft 35 dieser Zeitschrift vom 29. August 1924.

Obgleich Professor JOLY Autorität und Bahnbrecher auf dem Gebiete der radioaktiven Halos ist, sollen einige Richtigstellungen vorgelegt werden, unter dem Hinweis, daß auch die Resultate anderer Forscher nicht zu sehr übersehen werden sollten. Man beachte in letzterer Hinsicht besonders die Resultate und Anregungen, welche in deutscher Sprache niedergelegt sind.

Die Zerfallsgeschwindigkeiten von Uran und Thorium stehen nach den neuesten Konstanten in dem Verhältnis 4 : 1. Wenn der Gehalt an Uran und Thorium bei den verschiedenen Gesteinsfamilien gerade vor Erstarrung der bezüglichen Magmen in einem bestimmten, gleichen Verhältnis gestanden hätte, oder aber das Thorium aus dem Uran hervorgehen würde, müßten wir im allgemeinen zwischen diesen Elementen, hinsichtlich ihrer quantitativen Verteilung, überall eine gewisse Relation wiederfinden. Nach JOLY soll dies für die verschiedenen Gesteinsfamilien in der Tat zutreffen, nämlich ungefähr wie 1 (Uran) : 2 (Thorium). Ganz abgesehen von den Uran-Thorium-Bestimmungen der verschiedenen Forscher, welche stark abweichende Methoden anwenden, wodurch ein direkter Vergleich nicht immer angängig ist, hat dieses 1 : 2-Verhältnis kaum allgemein Gültigkeit[1]). Wenn überdies eine Abzweigung des Thoriums von der Uranreihe außer Betracht fällt, dann ist ein solches Verhältnis auch nicht zu erwarten, trotzdem Uran und Thorium chemisch gewisse Übereinstimmungen besitzen. Wir müssen nur an die Differentiationsprozesse der Magmen denken, welche unter physikalisch so verschiedenen Verhältnissen sich vollziehen, ferner an die weiteren Einflüsse verschiedener Art auf die Differentationsprodukte während und nach deren Erstarrung.

Daß durch die radioaktive Strahlung chemische Veränderungen (besonders infolge Ionisation) entstehen können, ist eine sichere Tatsache, indessen darf man nicht etwa so weit gehen, die Bildung von Glimmer und Hornblende um Zirkon auf diese Strahlung zurückzuführen. Dem Petrographen ist ja geläufig, die erstausgeschiedenen Kerne als Krystallisationszentren späterer Ausscheidungen zu betrachten. Dann darf die Bildung der radioaktiven Halos nicht zu exklusiv mit der Ionisationswirkung der α-Strahlen verknüpft werden, da sonst gewisse optische Erscheinungen, wozu auch die sog. „überexponierten" Höfe gehören, kaum befriedigend zu erklären wären. Die Veränderungen im Krystallgitter durch die Heliumionprojektile sind noch sehr in Dunkel gehüllt. Statt der Ionisationskurven für die Analyse der Halostrukturen kann man einfacher auf einer Horizontalen die Optima der Ionisation der verschiedenen α-Strahlen eintragen. Diese Optima liegen bekanntermaßen nahe am Ende der Reichweite der α-Strahlen. Die gebremsten, neutral gewordenen Heliumatome müssen sich folglich nahe diesen Optima anreichern und optische Veränderungen irgendwelcher Art hervorrufen. Daß die Dimension der radioaktiven Kerne und die Verteilung der radioaktiven Stoffe in ihnen für das Ausmaß der Hofzonen von ausschlaggebender Bedeutung sind, versteht sich von selbst. Bei größeren Kernen, welche die strahlende Substanz vornehmlich im Zentrum tragen, wird man vom Kernrand aus nur schmale Halos messen. Bei nicht zu vernachlässigenden Kerndimensionen, innerhalb welchen die Absorption für die α-Strahlen nicht bekannt ist, ergibt sich eine Schwierigkeit hinsichtlich Ausgangspunkt für die Messung der Halozonen. Eine weitere Schwierigkeit liegt in der Unmöglichkeit, den Gehalt der Kerne an radioaktiver Substanz zu ermitteln. Wer sich viel mit dem Studium der radioaktiven Kerne befaßt, wird nicht befriedigt durch eine oft verbreitete Annahme, daß der Gehalt um einen gewissen Wert pendle. Es gibt Kerne mit sehr hohem Gehalt an radioaktiven Stoffen und alle Übergänge zu geringem Gehalt. Nicht selten gehören gerade Zirkone zu den Kernen mit sehr geringem Gehalt. Die Masse an radioaktiver Substanz kann hinsichtlich Effekt die Zeit kompensieren. Damit steht im Einklang, daß stark radioaktive Gesteine von nur karbonischem Alter „überexponierte" Höfe aufweisen, was JOLY als nie beobachtet anführt, obgleich auch er dem größeren oder geringeren Gehalt der Kerne an radioaktiver Substanz Bedeutung zuspricht. Die sichtbare Radioaktivität an Gesteinen ist gar nicht selten. Sie kann an Gesteinspulvern mit einem Gehalt an Uran von nur $3{,}5 \times 10^{-5}$ g pro Gramm Gestein, unter Verwendung empfindlicher Elektrometer, sehr schön demonstriert werden. Bei

[1]) Auch die Uran-Thorium Werte, welche z. B. JOLY für die Gesteine des Gotthardtunnels und Vesuvs gibt, weichen gründlich von diesem 1 : 2-Verhältnis ab.

entblößten, hochaktiven Kernen wird sich vielleicht bei passender Versuchsanordnung auch Scintillation feststellen lassen.

Die Vorlesung von JOLY, welche so viele interessante Ausblicke zeigt, wird ihre anregenden Wirkungen nicht verfehlen.

Spiez, den 15. September 1924. H. HIRSCHI.

Literaturverzeichnis:

WEBER, FR., Kali-Syenite des Piz Giuf und Umgebung. Beitr. z. geolog. Karte d. Schweiz. Neue Folge, Liefg. XIV.

MÜGGE, O., Zentralblatt für Mineralogie usw. 1909.

HÖVERMANN, Über pleochroitische Höfe im Biotit usw. Neues Jahrb. f. Mineralogie usw. **34**.

BÜCHNER, E. H., Der Radiumgehalt von Gesteinen. Jahrb. f. Rad. u. El. 1913.

HIRSCHI, H., Radioaktivität einiger Schweizergesteine. Vierteljahrsschr. d. naturforsch. Ges. in Zürich **65**. 1920 u. Schweiz. Min.- u. Petrogr.-Mitteil. Bd. **1**.

In Heft 35 dieser Zeitschrift (S. 693f.) ist ein anregender Vortrag des Dubliner Geologen J. JOLY über Radioaktivität der Gesteine abgedruckt. Im wesentlichen behandelt er die radioaktiven Höfe in Glimmern und einige bemerkenswerte aus ihnen zu ziehende Folgerungen. Zwei sehr selten beobachtete Hofformen scheinen JOLY unvereinbar mit einer Entstehung durch bekannte radioaktive Elemente. Außerdem kommt er in einem Aufsatz in Proc. Roy. Soc. London 1923 zum Ergebnis, daß die Reichweite der Strahlen des Urans und damit auch die Zerfallsgeschwindigkeit dieses Elementes im Laufe geologischer Zeiträume merklich abgenommen habe. Es ist verständlich, daß diese Angaben große Aufmerksamkeit erregt haben. Wenn JOLYS Schlüsse zwingend sind oder auch nur andere Deutungsmöglichkeiten zur Zeit fehlen, so handelt es sich in der Tat um hochbedeutsame Feststellungen.

Da wir uns seit einer Reihe von Jahren ebenfalls mit den radioaktiven Höfen befaßt haben und dabei über das außerordentlich reiche Material verfügen konnten, das O. MÜGGE seit 17 Jahren gesammelt und beschrieben hat, sei hier die Bemerkung gestattet, daß wir eine weniger fundamentale Deutung der Jolyschen Beobachtungen für wahrscheinlich halten. Da der hier verfügbare Raum keine Darlegung gestattet, werden wir unsere Auffassungen demnächst in der Zeitschr. f. Physik auseinandersetzen. Sowohl in der Frage der zeitlichen Entwicklung der Höfe, wie auch in der Deutung der gebleichten und umgekehrten Höfe können wir JOLYS Auffassungen nicht ganz beipflichten und sehen deshalb in dem bisher veröffentlichten Beobachtungsmaterial keinen Anlaß, die Wirksamkeit anderer als der wohlbekannten Radioelemente anzunehmen. Bei der außerordentlichen Vielgestaltigkeit der Höfe ist allerdings eine Stellungnahme allein auf Grund von wenigen Photographien und schematischen Zeichnungen sehr mißlich, jedoch konnte Professor JOLY unserer Bitte um Überlassung von Originalpräparaten zu seinem großen Bedauern nicht entsprechen, da er selbst nur über ganz spärliches Material verfügte.

Da in Physiker- und Chemikerkreisen fast ausschließlich nur die Jolyschen Arbeiten bekannt sind (vgl. z. B. LAWSON, diese Zeitschr. 1917, Heft 26/27 und HEVESY-PANETH, Lehrb. d. Radioaktivität 1923) scheint mir für die Leser der Hinweis wertvoll, daß die radioaktive Deutung der längst bekannten pleochroitischen Höfe im Jahre 1907 gleichzeitig und unabhängig von JOLY durch O. MÜGGE gegeben ist. In einer Reihe eigener und von ihm angeregter Arbeiten sind auch in der Folgezeit parallel zu den Jolyschen Untersuchungen wichtige Beiträge zur Kenntnis der radioaktiven Höfe gegeben worden.

Göttingen, I. Physikal. Institut, den 15. Sept. 1924.

B. GUDDEN.

Zoologische Mitteilungen.

Beiträge zur Sinnesphysiologie und Psychologie der Webespinnen.. (F. BALTZER, Mitt. d. naturforsch. Ges. Bern H. 10, S. 5. 1923.) Verf. beschäftigte sich mit 3 Arten von Radnetzspinnen, nämlich der Kreuzspinne (Epeira diadematа), E. umbratica und Zilla montana, ferner mit einer Hausspinnenart (Tegenaria derhami), die in Mauerecken u. dgl. unregelmäßige Netze verfertigt Die Kreuzspinne lauert in dem engmaschigen Mittelgespinst ihres Gewebes, der „Warte", die ringsum von den radiären Fäden gehalten wird. Fängt sich eine Fliege irgendwo in den Radien, so stürzt die Spinne dorthin und wickelt die Beute ein, wobei sie sie mehrfach beißt. Dann löst sie das Paket aus dem Netz, indem sie die zuführenden Netzfäden mit den Beinklauen zerreißt, und trägt es zur Warte. Dort heftet sie es mit einem Fädchen pendelartig abwärtshängend an, macht einen kleinen Rundgang, wobei sie dem Paket vorübergehend den Rücken zuwendet, und beginnt, mit dem Kopf wieder bei der Anheftungsstelle angelangt, von oben her die Fliege auszusaugen. — Der Gesichtssinn spielt bei der Auslösung dieser Reflexkette (Hinstürzen zum Ort der Belastung bzw. Erschütterung des Netzes, Einspinnen der Beute, Transport zur Warte, Anheften des Pakets, Rundgang, Aussaugen) keine Rolle, da sie im Dunkeln genau ebenso abläuft. Lebende Fliegen, dicht vor der an der Zimmerdecke sitzenden Spinne auf Nadeln aufgesteckt, blieben auch bei heftigem Schwirren unbeachtet; nur wenn zufällig Berührung stattfand, so packte die Spinne zu. Vielmehr wirken der Tastsinn (Wahrnehmung und Lokalisation des Erschütterungs- bzw. Belastungszentrums, vgl. das unten beschriebene Zupfen an den einzelnen Radialfäden, Tastwahrnehmungen beim Berühren der Beute) und der chemische Sinn in dieser Richtung zusammen. Papierschnitzel, Fließpapierbällchen u. dgl. im Netz werden gebissen, jedoch nicht eingesponnen, sondern sofort herausgeworfen; sind sie aber mit Fleischsaft getränkt, so saugt die Spinne sie aus (RABAUD). Völlig vertrocknete Fliegen, die B. seinen Spinnen vorwarf, wurden eingesponnen, gebissen und zuletzt weggeworfen; nur einzelnen Tieren gelang die Verflüssigung des Dörrtieres, das dann, wie üblich, ausgesogen wurde. Seidenpapierstücken von 1,5—2 cm Länge, mit Schwebfliegenfleisch beschmiert, sogen die Spinnen stets aus. Nicht selten behandelte die Spinne die Atrappe genau wie eine richtige Fliege, oft aber fielen auch einzelne der sechs Einzelglieder der oben beschriebenen Reflexkette aus: das Fliegenfleischpapierchen konnte uneingesponnen zur Warte getragen oder gar uneingesponnen am Fangort gefressen werden. Klebte B. an Rindfleischfasern, die für sich allein geboten zwar oft ausgesogen, dagegen fast nie zur Warte getragen oder umsponnen wurden, zerschlissenes Seidenpapier oder Schwebfliegenflügel an, so war die Variabilität des Spinnenverhaltens diesen atypischen Objekten gegenüber noch größer. Zusammenfassend läßt sich sagen: Um das Herbeieilen der Spinne zum Fangort zu veranlassen, genügt der Reiz des lokal belasteten oder erschütterten Netzes. Dieser kann weiterhin für sich allein gelegentlich auch

noch das Einspinnen der Beute nach sich ziehen: so sah RABAUD, wie tönende Stimmgabeln eingesponnen wurden. Um jedoch die folgenden Handlungen sämtlich auszulösen, müssen neue Sinnesreize hinzutreten; unter Umständen kann der unmittelbare Tasteindruck allein ohne den chemischen Reiz genügen (Dörrfliegen), ebenso auch gelegentlich der chemische Reiz allein ohne die richtigen Tasteindrücke (Fliegenfleischpapierchen), doch nur, wenn es sich um die bekannte chemische Beschaffenheit der Beutetiere handelt: Fliegenfleisch wurde eingesponnen, transportiert, aufgehängt usw., Rindfleisch nicht; der chemische Sinn gestattet also, beide zu unterscheiden. Bei den natürlichen Objekten werden die Tastreize und die chemischen wohl stets in gewisser Weise zusammenwirken. — Das Vorhandensein von *Gedächtnis* beweist folgender Versuch: Während die Kreuzspinne nach Anheftung des Fliegenpakets ihren Rundgang machte, schnitt B. den Heftfaden ab, so daß das Paketchen fast erschütterungslos abfiel. Die Spinne blieb nach Beendigung des Rundgangs in einem Einzelfall eine Minute ruhig, dann fing sie an, durch rupfende Bewegungen der Vorderbeine die Spannung der einzelnen Radialfäden um die Warte herum zu prüfen und wiederholte diesen typischen Suchvorgang während der folgenden 26 Minuten noch oftmals. Ein Tier z. B. suchte 21mal in der Warte, 13mal im Schlupfwinkel und 2mal an der Fangstelle. Ein Weibchen, dem während des Suchens ein Männchen in das Netz lief, vertrieb dieses mehrmals, um dann die Suche nach seiner Fliege nochmals aufzunehmen. „Der Gedächtniseindruck der verlorenen Beute wurde also durch das Intermezzo mit dem Männchen nicht verdrängt." — VOLKELT beobachtete 1914, daß eine in die Wohnröhre einer Netzspinne eingesetzte Mücke nicht nur nicht gefressen wurde, sondern sogar die rechtmäßige Wohnungsinsassin in die Flucht schlug. Er schloß daraus, daß die Spinne nicht imstande sei, aus den beiden Komplexvorstellungen „Mücke im Netz" und „Mücke in der Wohnröhre" den Einzelbegriff Mücke herauszuschälen. Ohne auf VOLKELTS in psychologische Ausdrücke gefaßte Fragestellung einzugehen, zeigt B., daß schon die Tatsachen VOLKELT nicht unbedingt recht geben; auch das entgegengesetzte Verhalten kommt vor: Kreuzspinnen, Tegenarien und Zillen nahmen außerhalb des Netzes Fliegen an und fraßen sie, was ja unmöglich wäre, wenn, wie VOLKELT meint, nur der Komplex „Fliege im Netz" zur Nahrungsaufnahme führte. Oft wird das direkt (nicht im Netz) gefangene Beutetier einfach ausgesogen, manchmal aber läuft die ganze Reflexkette ab, gerade als ob es im Netz gefangen worden wäre, obwohl hier z. B. der Rundgang ganz sinn- und zwecklos ist. Wir haben also ein Beispiel jener für Insekten oft als typisch angesehenen sinnlosen Automatie vor uns, dem jedoch beim gleichen Objekt und unter genau gleichen äußeren Bedingungen auch ein sinnvoll plastisches Verhalten gegenübersteht (Weglassen all der Handlungen, die außerhalb des Netzes sinnlos sind). Ähnliches zeigt sich auch in folgendem Versuch: Warf B. den Spinnen Fliegen ins Netz, die vorher schon von anderen Spinnen eingesponnen worden waren, so ließen die also gefütterten Spinnen den Einspinnreflex aus der Kette ausfallen; zwei Tiere aber spannen die bereits umsponnene Fliege nochmals ein. Auch hier steht sich einerseits die sinnvoll plastische Abkürzung der Kette, andererseits der sinnlos starre Automatismus gegenüber. — Endlich warf B. Fliegen ins Netz, die an einem langen Frauenhaar angebunden waren. Während des Einspinnens befestigte er das freie Ende des Haares straff an der Wand. Natürlich stieß die Spinne jetzt bei ihren Versuchen, das eingesponnene Paket zur Warte zu tragen, auf Widerstand; um ihn zu überwinden, erschöpfte sie zuerst alle natürlichen Mittel (Losreißen der Verbindungsfäden des Netzes mit den Beinklauen, erneutes Umspinnen, Befestigung des Paketes am eigenen Abdomen); dann aber ging sie mit den Kiefern auf das Haar los und bearbeitete dieses mit größter Ausdauer. Erst nach 13 Minuten ließ sie von ihren Bemühungen ab und verzehrte die Fliege einfach an Ort und Stelle. Auch hier zeigt sich wieder die außerordentliche individuelle Variabilität in der plastischen Anpassungsfähigkeit an die ungewohnte Sachlage: Eine Spinne fraß die Fliege sofort an Ort und Stelle auf, andere machten verschieden lange Bemühungen, die Beute unter Überwindung des Widerstandes zur Warte zu tragen, wobei die anpassungsfähigste schon nach 1 Minute, die hartnäckigste erst nach anderthalb Stunden sich fügte und die Nahrungsaufnahme am ungewohnten Ort vornahm. Ganz ähnliches lehrten ja auch die oben beschriebenen Versuche mit den Rindfleischfasern, Fliegenfleischpapieren usw. Je ungewohnter eine Sachlage ist, in die der Experimentator die Tiere versetzt, um so größer erwies sich die Variabilität ihres Verhaltens; diese aber kann nur auf einer ziemlich bedeutenden psychischen Plastizität der Spinnen beruhen. Angesichts dieser Feststellungen ist es zu erhoffen, daß bald planmäßige Dressurversuche an Spinnen gelingen möchten, zu denen die Ergebnisse des Verf. manchen Weg weisen. O. KOEHLER.

Über den Mechanismus der Häutung bei Insekten. (H. EIDMANN, Arch. f. mikroskop. Anat. u. Entwicklungsmechanik **102**, H. 1/3. 1924.) Es ist merkwürdig, daß der *Mechanismus* der Häutung von Insekten bisher verhältnismäßig wenig untersucht worden ist, zumal die Häutung ein auch dem Nichtbiologen geläufiger Vorgang ist. Um so mehr sollte man erwarten, daß dieser Vorgang schon ausgiebig in allen Einzelheiten eine Aufklärung erfahren hätte. Die bisher vorliegenden Arbeiten berücksichtigen aber im wesentlichen nur die histologische Seite der Frage; sie beschäftigen sich vornehmlich mit der Neubildung des Chitins unter der alten Haut und mit der Funktion gewisser Hautdrüsen (den sog. Exuvialdrüsen).

EIDMANN untersuchte den Mechanismus der Häutung bei der bekannten großen Küchenschabe, Periplaneta orientalis L. Folgendes konnte er feststellen: Zum Zweck der Häutung werden zunächst bestimmte Teile des Darmkanales, und zwar der Kropf, ganz enorm mit Luft gefüllt. Der Kropf dient also als *pneumatischer Apparat:* 1. um den nötigen Innendruck zu erzielen, der zum Sprengen des alten Panzers vorhanden sein muß; 2. um den weichen Chitinpanzer bis zur völligen Erstarrung möglichst auszuweiten, wodurch ein Wachsen der Tiere zustande kommt; 3. um den Blutdruck möglichst zu erhöhen, damit bei der letzten Häutung die Ausglättung der Flügel durch eingepreßte Blutflüssigkeit bewirkt wird. Das Wesentliche ist: die tracheale Atemluft spielt bei dem Häutungsmechanismus keine Rolle, wie bisher, besonders für die Küchenschabe, irrtümlich angenommen wurde. — Kurz vor den Häutungen schlucken die Larven dieser Tiere außerordentlich große Mengen Luft, welche im Kropf aufgespeichert wird. Daß diese Luft im Kropf zunächst nicht wieder entweichen kann, liegt an den anatomischen Verhältnissen des Verdauungskanals. Wenn man den mit Luft vollgepumpten Tieren den Kropf eröffnet (welche Methodik hierbei anzuwenden ist, gibt Verf. an), so wird der Innendruck aufgehoben; eine normale

Häutung kann nun nicht stattfinden, da derartig operierte Tiere nicht in der Lage sind, die alte Chitinhülle zu sprengen. Wenn man ferner eben gehäuteten Tieren, die ihre neue Chitinhaut aber noch nicht voll ausgedehnt haben, den Kropf eröffnet, d. h. den Innendruck aufhebt, so kann das Chitin nicht geweitet werden. Es erstarrt in Falten und Runzeln, und die Tiere verkrüppeln. Bemerkenswert ist noch, daß bei so behandelten Schaben auch die normale Verfärbung der äußeren Teile der Extremitäten unterbleibt; zugleich ein Beweis, daß der Umfärbungsprozeß ein vitaler Vorgang ist. — Weiterhin konnte noch festgestellt werden, daß bei der Häutung die alte Chitinschicht des Vorderdarmes nicht durch die Mundöffnung ausgestoßen wird. Sondern, die Chitinhaut des Vorderdarmes reißt in der Gegend des Foramen occipitale durch und bleibt zunächst im Kropf liegen. Ist der Kaumagen späterhin genügend erhärtet, so werden diese alten Hautreste mit zerkleinert und passieren den ganzen Darm, um schließlich mit dem Kot ausgestoßen zu werden. In gleicher Weise reißt die Haut des Enddarmes ab und wird erst später auf diese Weise entleert.

Von wasserbewohnenden Insekten bespricht Eidmann den Häutungsvorgang der Larven des Gelbrandes in starker Anlehnung an Rungius. Wasserbewohnende Insekten füllen ebenfalls Darmteile mit dem umgebenden Medium, in diesem Falle also mit Wasser. Gefüllt werden, wiederum in ganz ungewöhnlichem Maße, Teile des Enddarmes. Auf diese Weise wird hier der zur Häutung nötige Innendruck erzielt. Einige sehr anschauliche Abbildungen erläutern die Ausführungen. Wegen weiterer interessanter Einzelheiten muß auf die Originalarbeit verwiesen werden.

Albrecht Hase.

Kopftausch und Heilungsvermögen bei Insekten. (H. Blunck und W. Speyer, Zeitschr. f. wiss. Zool. **123**, 1. 1924). Den Lesern der „Naturwissenschaften" war in H. 48/49 des vorhergehenden Jahrganges von den Finklerschen Kopftransplantationen an Insekten berichtet worden. Finkler hatte die Köpfe erwachsener Insekten (Dytiscus, Hydrous u. a.) vom Rumpf getrennt und behauptete, nach Replantation völlige Einheilung beobachtet zu haben. Die gleichen Erfolge gab er auch beim Austausch der Köpfe von ♂♂ und ♀♀ an, wobei auch ein Austausch der sexuellen Instinkte beschrieben wurde, und er berichtete sogar von gelungenen Transplantationen der Köpfe von Tieren verschiedener Familien (Dytiscus und Hydrous). Gegen diese aufsehenerregenden Angaben wurde jetzt von verschiedenen Seiten Widerspruch erhoben, vor allem von Blunck und Speyer, die in einer ausführlichen Arbeit untersuchten, ob Resultate wie die Finklers überhaupt möglich seien. Sie gelangten dabei restlos zu negativen Befunden, trotz mancher Verbesserung der sehr einfachen Finklerschen Operationsmethode. Von ihren Ergebnissen seien folgende erwähnt: Tiere mit replantierten Köpfen (Stabheuschrecken, Rückenschwimmer, Gelbrandkäfer, Kolbenwasserkäfer) leben noch einige Zeit nach der Operation, die Reizbarkeit der Mundgliedmaßen verschwindet schneller als die des Rumpfes, die aber auch nach einigen Tagen erlischt. Das relativ schnelle Sterben der Tiere erklärt sich durch das Ausfließen des Magensaftes aus dem Darm, wodurch die Weichteile des Körpers verdaut werden (Insekten mit gut verschlossener Wunde leben im allgemeinen sehr viel länger — so Libellenlarven bis 115 Tage). Was die Finklerschen Versuche besonders unwahrscheinlich macht, ist, daß nicht einmal kleinere, an den Gelenkhäuten angebrachte Wunden zur Verheilung gelangten. Die Wundränder verklebten lediglich durch das Gerinnen des ausgetretenen Blutes. Dieser Wundschorf ähnelte in seiner Beschaffenheit dem Chitin; er ist in Kalilauge unlöslich, gibt aber nicht die Chitinreaktion mit Diaphanol und Chlorzinkjod. Kleinere Darmwunden verklebten ebenfalls, bei größeren gingen die Tiere ein. Auch Läsionen an Tracheen, Muskeln und Nerven verheilten niemals. Ein Überblick über die in der Literatur vorhandenen Angaben über das Regenerationsvermögen erwachsener Insekten zeigt, daß „der Haut und in minderem Maße dem Vorderdarm ein gewisses Heilvermögen zukommt, daß dieses aber der Muskulatur, den Tracheen und dem Nervensystem vollständig abgeht". Da auch dekapitierte Insekten vielfach noch zu wohlkoordinierten Bewegungen befähigt sind, ist es möglich, daß sich Finkler dadurch verleiten ließ, ein Wiederanwachsen der transplantierten Köpfe anzunehmen. Ungeklärt bleiben jedoch auch dann noch viele seiner mit großer Bestimmtheit gemachten Angaben, über die sich erst ein Urteil fällen lassen wird, wenn sich Finkler zu den ihm gemachten Vorwürfen geäußert hat. Und eine Äußerung mit ausführlichen Belegen ist hier dringend erforderlich. K. Baldus.

Eine Reihe von **Beiträgen zum Studium der Protoplasmahysteresis und der hysteretischen Vorgänge** wollen die Kausalität des Alterns aufklären. Im folgenden sollen die wichtigsten Grundgedanken dieser Untersuchungen ohne kritische Beurteilung dargestellt werden. Vlad. Růžička bezeichnet als Protoplasmahysteresis die in früheren Untersuchungen von ihm festgestellte Tatsache, daß sich die Substanz der lebenden Organismen vom Beginne der Entwicklung ab bis zum Tode kontinuierlich verdichtet. R. nimmt an, daß dieser progressive Kondensationsvorgang die allgemeinste Ursache der Alterungsvorgänge bilde, die zur Erklärung sämtlicher Alterserscheinungen genüge. Als noch entferntere Ursache dieses Vorganges habe sich aus den Untersuchungen die allmähliche Herabsetzung der elektrischen Ladung der Kolloide ergeben, welche die fortschreitende Verminderung von deren Dispersität bedinge und damit die Kondensation verursache.

Schon früher hatte R. die nach der Steinachschen Methode verjüngten Ratten zur Prüfung herangezogen und gefunden, daß sie tatsächlich eine Annäherung an die Hydrogenionenkonzentration junger Tiere (und eine entsprechende Ausflockungsreaktion) zeigen. Švehla fand, daß atrophische Kinder ohne sonstige pathologische Veränderungen eine Steigerung der Hysterese des Blutserums aufweisen, so daß geschlossen werden muß, daß sie entweder ihren, einem viel späteren Lebensstadium entsprechenden, Hysteresezustand sehr rasch erreicht haben oder schon mit einem höheren Grad der Protoplasmahysterese geboren worden sind. Ähnlich verhält es sich mit syphilitischen und tuberkulösen Kindern. Der Zweck einer neuen Arbeit von R. ist es, *Die Protoplasmahysteresis als Entropieerscheinung* (Arch. f. mikroskop. Anat. u. Entwicklungsmechanik **101**. 1924) zu erweisen. An Entwicklungsstadien des Frosches wird nachgewiesen, daß die Auflösung durch Trypsin bei den älteren Entwicklungsstadien längere Zeit erheischt als bei den jüngeren; bei der Auflösung der älteren Stadien tritt ein in Trypsin unlösliches Sediment auf, dessen Menge von Stadium zu Stadium anwächst. Da bei der fortschreitenden chemischen Differenzierung bei der Benutzung von Trypsin auf verschiedenen Entwicklungsstadien verschiedene chemische Reaktionen hervorgerufen werden, sind die Resultate in chemischer Beziehung nicht direkt vergleichbar; sie werden es aber dadurch, daß sie sich

in analoger Weise auch bei Untersuchung *desselben ausgewachsenen* Organs in verschiedenen Zeiträumen feststellen lassen. Die Substanz ausgewachsener Frösche wird auch nach der Metamorphose mit dem Fortlauf der Zeit immer weniger löslich und läßt einen immer größeren unlöslichen Satz zurück; hier ist nur der Zeitfaktor wirksam. Die Entwicklung besitzt also die Tendenz zur Bildung stetig sich vermehrender unlöslicher Verbindungen. Sehen wir von den chemischen Differenzen ab, so kann nach R. der Unterschied im Lösungsvermögen nur auf der verschiedenen Kohärenz der Substanz beruhen. Änderungen der Kohärenz bedeuten Änderungen der Formart bzw. des Kondensationsgrades der Substanz. Man mußte also nach dem vorher Gesagten annehmen, daß der Kondensationsgrad der lebenden Substanz mit dem Lebensablauf allmählich ansteigt. In Übereinstimmung damit ist tatsächlich der Stoffwechsel in den ersten Entwicklungsstadien am intensivsten und sinkt später kontinuierlich.

Die Hysteresis der Kolloide im allgemeinen beruht darauf, daß kolloidale Lösungen im Laufe der Zeit ohne jeden äußeren Anstoß ausflocken, d. h. daß ihr Solzustand in den Gelzustand übergeht. Der letztere Zustand pflegt im Beginne reversibel zu sein, wird jedoch später irreversibel. Diese Erscheinungen bezeugen nach R., daß die Entropie des kolloidalen Systems im Laufe der Zeit anwächst. „Es ist zweifellos ganz natürlich, die Protoplasmahysterese gleichfalls als eine entropische Erscheinung anzusehen trotz der selbstverständlichen Unterschiede zwischen der lebenden Substanz und den nichtlebenden Kolloiden, welche besonders in der Gegenwart des Stoffwechsels bei der lebenden Substanz beruhen, *weil es sonst unverständlich wäre, warum die Protoplasmahysteresis schließlich in den natürlichen Tod übergehen sollte*, der ja allgemein als der natürliche Abschluß des Alterns angenommen wird." An der Histogenesis der Oberhaut des Molches (Triton vulgaris) versucht R. den Nachweis zu führen, daß die progressive Hysteresis zum natürlichen Tod (Verhornung der Hautzellen) und zu einem Ruhezustand (Aufhören der Teilungsfähigkeit) in einer der Vergrößerung der Entropie entsprechenden Weise führt. R. folgert aus seinen Ergebnissen, daß „die Entropie der lebenden Substanz durch die grundlegende Lebenstätigkeit: den Stoffwechsel bewirkt" wird. Gesteigerte Funktion steigert die Hysterese und damit auch die Entropie. Die Regenerationsfähigkeit der Kaulquappenschwänze sinkt desto mehr, je häufiger der Defekt wiederholt wird, weil, wie es scheint, die Hysterese der Regenerationsfläche anwächst; hat sie einen bestimmten Wert erreicht, so hört die Regenerationsfähigkeit auf. R. will natürlich keineswegs behaupten, daß die als Protoplasmahysteresis bezeichneten physikalischen Änderungen der Plasmakolloide die einzigen seien, welche die Alterung vollführen; selbstverständlich sind auch chemische Änderungen zu erwarten. Auf die Beweisführung von R. für die Anwendbarkeit des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik auf die lebende Substanz und die Widerlegung der Einwände, die sich auf die Stoffwechsel- und zyklischen Prozesse beziehen, können wir hier nicht eingehen.

In einer Untersuchung über *Die physikalischen Voraussetzungen der hysteretischen Veränderungen* (ebenda) kommt Erwin Bauer zu folgenden Resultaten: Jeder Wachstums- und Assimilationsvorgang, welcher mit einer tatsächlichen Vermehrung der Gesamtenergie des Organismus verknüpft ist, muß mit einer Abnahme des Dispersitätsgrades und der elektrischen Potentialdifferenz an den Grenzflächen einhergehen. Die als allgemein angenommene Beziehung, daß die Zunahme der elektrischen Energie eine bestimmte obere Grenze (Assimilationsgrenze) haben muß, läßt sich direkt ableiten, denn sie muß mit einer Abnahme der Potentialdifferenz und des Dispersitätsgrades, d. h. mit einer Abnahme der Stabilität der Organkolloide einhergehen, also mit anderen Worten die Potentialdifferenz nähert sich der O und erreicht sie die, so tritt der Tod ein, begleitet von einer spontanen Ausflockung der Organkolloide. Experimente ergaben, daß die Ausflockbarkeit und die Zunahme der Alkalescenz miteinander parallel gehen und beide mit dem Alter steigen; diese Resultate stehen also im Einklang mit den Ansichten R.s über die Protoplasmahysteresis.

Vlad. Bergauer stellte Versuche *Über den Einfluß der inneren Sekretion auf die hysteretischen Prozesse* (ebenda) an. Die Ergebnisse von Thyreoideainjektionen bei Fröschen und Kaninchen führen den Verfasser zu dem Schlusse, daß es sich bei der in ihrer Folge auftretenden Erhöhung der Hydrogenionenkonzentration nicht um eine spezifische Wirkung der Schilddrüse handelt, sondern um einen Einfluß derselben auf den Stoffwechsel. Infolge dieser Einwirkung verhält sich der Organismus in gewisser Beziehung einem jüngeren analog. Mit dieser „Verjüngung" findet aber gleichzeitig eine Abnahme des Dispersitätsgrades statt, welche eine Annäherung der Biokolloide des Organismus an den isoelektrischen Punkt zur Folge habe, so daß es zur Ausflockung der dispersen Phase und so zum Tode komme. Die Versuche mit Hypophyseninkret bestätigten, daß die Parallelität bzw. der entgegengesetzte Verlauf der erwähnten Reaktionen einzig und allein davon abhängt, ob es sich um dissimilatorische oder um assimilatorische Prozesse handelt.

Naheliegend ist die Frage, ob Unterschiede wie sie infolge des Alterns auftreten, auch zwischen normalen gesunden und pathologisch veränderten z. B. entzündeten Geweben bestehen. In einer Untersuchung *Über Protoplasmahysterese bei Entzündungsvorgängen* (ebenda) fand E. Vejnarová, daß bei den im Verlauf lokaler Entzündungen zu beobachtenden Vorgängen der Protoplasmahysteresis eine wichtige Rolle zukommt. In den ersten Stadien der Entzündung steigt die Hydrogenionenkonzentration an, die Dispersität ist erhöht, die Ausflockbarkeit geringer — die Hysterese hat abgenommen („Verjüngung"), dann tritt eine Abnahme der Hydrogenionenkonzentration und der Dispersität ein, die Ausflockbarkeit ist erhöht — die Hysterese nimmt zu (lokales Altern über die tatsächliche Altersstufe hinaus).

Die *Hysterese während des Hungerns* (ebenda) wurde von A. Svoboda untersucht. In den ersten Tagen nimmt die Hydrogenionenkonzentration ab und parallel mit ihr sinkt die Stabilität der Kolloide (Ausflockbarkeit vermehrt). Diese Parallelität ist für die Assimilationsvorgänge charakteristisch und weist darauf hin, daß im Beginn des Hungerns noch die Assimilationsvorgänge überwiegen. Dann tritt der entgegengesetzte Verlauf in Erscheinung, der für die Dissimilation und damit für den eigentlichen Hungerungsprozeß charakteristisch ist. Im Verlauf des Hungerns erlangen die Organkolloide im allgemeinen eine größere Stabilität.

In den Versuchen von Bergauer über Hyperthyreoidismus, in jenen von R. im Anschluß an die Steinachschen Versuche und in denen von Svoboda an hungernden Tieren hatte sich ergeben, daß die Hydrogenionenkonzentration sich nicht in gleichem Sinne mit der Ausflockbarkeit ändert, wie dies im Verlauf des ontogenetischen Wachstums und beim normalen Altern der Fall ist, sondern daß im Gegenteil bei höherer

Hydrogenionenkonzentration die Stabilität der Organkolloide geringer ist. Da bei Assimilationsvorgängen stets eine Parallelität vorhanden ist, muß man in diesen Fällen ein Überwiegen der Dissimilationsvorgänge annehmen. BERGAUER stellte nun Versuche an *Über die Ursachen des entgegengesetzten Verlaufs der [H·] und der Stabilitätsänderung der Kolloide bei dissimilatorischen Vorgängen, hervorgerufen durch Hyperthyreoidismus* (ebenda) und fand, daß dafür eine (durch Thyreoidininjektionen experimentell hervorgerufene) Änderung des Ladungszeichens der Organkolloide verantwortlich ist, womit das gegensätzliche Verhalten der [H·] erklärbar wird.

Über *Die Anwendung des Prinzips der Hysterese zum gerichtlichen Nachweis der Identität des Blutes* (ebenda) und die daraus für die Praxis sich ergebenden Möglichkeiten stellt FR. HÁJEK Überlegungen an. Er glaubt, daß sich eine sehr brauchbare Methode ausarbeiten läßt, die insbesondere durch quantitativen Vergleich der Ausflockung den Nachweis ermöglicht, ob es sich bei zwei Proben um identisches Blut handelt.

Schließlich ergaben *Versuche zur Theorie der vitalen-letalen Färbung und ihres Zusammenhangs mit den hysterischen Vorgängen* (ebenda) von E. BAUER, daß das Ergebnis der vitalen-letalen Färbung wie folgt erklärt werden kann: bei der Färbung dringen beide Farbstoffe (Neutralrot und Methylenblau) in die lebende Zelle ein; da das Neutralrot eine geringere Ladung besitzt, wird es an den stärker negativ geladenen Plasmateilchen ausgefällt, welche hierdurch rot gefärbt erscheinen. Beim Absterben verliert aber das Plasma seine Ladung und das Neutralrot geht wieder in Lösung, an seiner Stelle konzentriert sich dann, wie überall an den Grenzflächen, das Methylenblau. Ohne die Bedeutung evtl. chemischer Vorgänge (Oxydationen und Reduktionen) in Abrede zu stellen, soll dieser Erklärungsversuch nur zeigen, daß die physikalisch-chemischen Änderungen des absterbenden Plasmas, die uns die Protoplasmahysterese kennen lehrten, zum Verständnis auch dieser Erscheinung beizutragen vermögen.

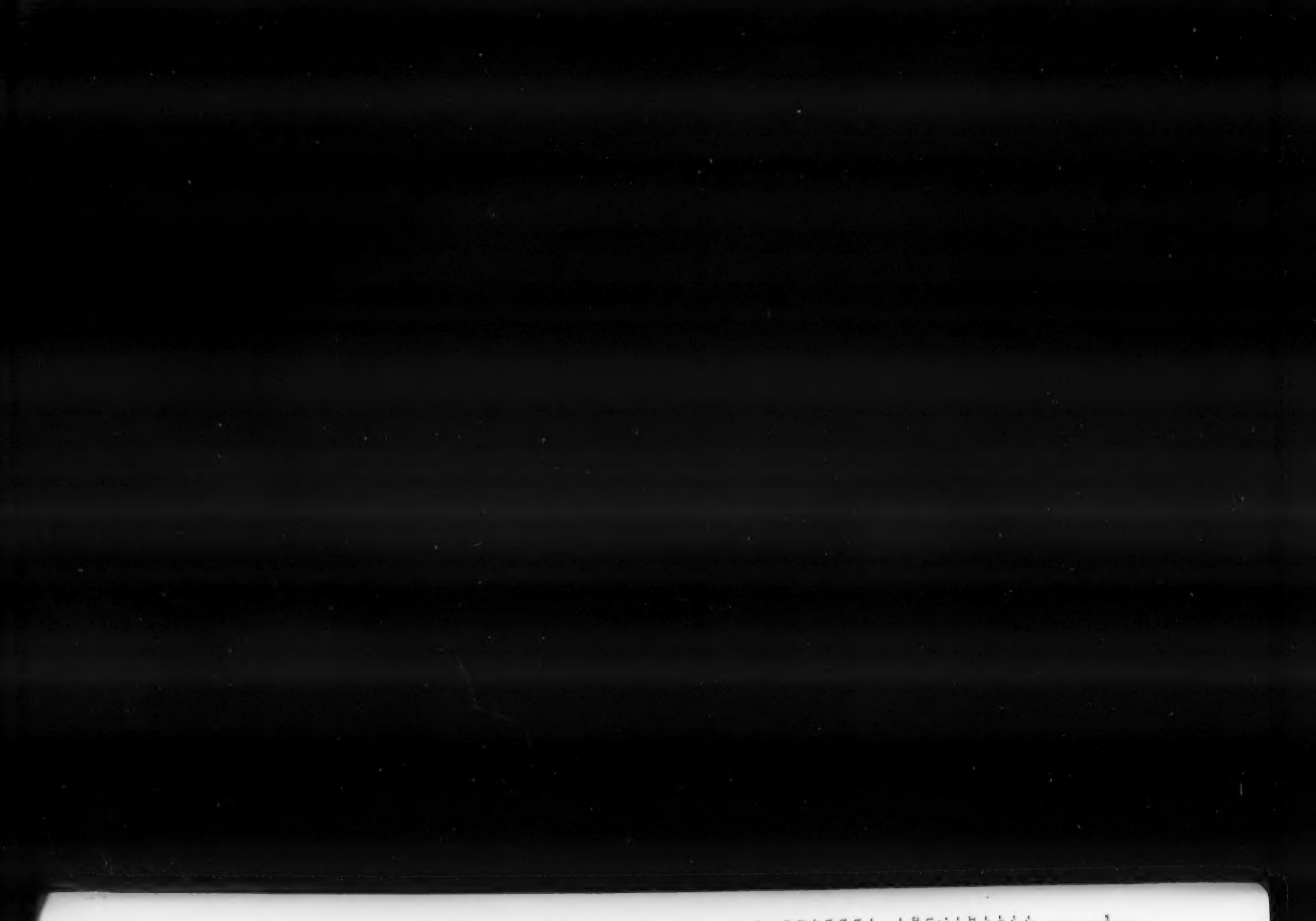
Über den Einfluß der Röntgenstrahlen auf die Zellteilung. (W. ALBERTI und G. POLITZER, Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsmechanik 100. 1923.) Die bisherigen Untersuchungen über die auf Röntgenbestrahlungen folgenden Zellteilungsabnormitäten haben die Entstehung dieser Abnormitäten bzw. ihre Zusammenhänge untereinander und die Abhängigkeit der verschiedenen Typen von Kernveränderungen von der Zeit, die seit der Bestrahlung abgelaufen ist, nicht geklärt. Diesen Problemen ist die vorliegende Arbeit gewidmet.

Larven von Salamandra maculosa und einer Tritonart wurden 10 und 40 Minuten bestrahlt (25 cm Fokusobjektabstand, Induktor von 25 cm Funkenstrecke) und in verschiedenen Abständen darnach fixiert. Zur Untersuchung wurde dann das Corneaepithel und dessen Mitosen verwendet. 2 und 4 Stunden nach der Bestrahlung zeigte sich eine sehr starke Abnahme der Mitosenzahl unter Auftreten pathologischer Erscheinungen, nach 10 Stunden war in den Corneen keine Kernteilungsfigur mehr zu sehen. Erst am 5. Tage treten die Mitosen in geringer Zahl wieder auf. Die Verf. teilen die Einflußperiode der Bestrahlung in 3 Abschnitte: 1. *Primäraffekt*, gekennzeichnet durch die Veränderungen an den gerade im Ablauf befindlichen Mitosen; 2. mitosenfreie *Zwischenzeit*; 3. *Sekundäraffekt*: Wiederauftreten von Mitosen, die sich aber sämtlich von normalen Zellteilungen unterscheiden.

Während des *Primäraffekte* tritt in den verschiedenen Phasen der Zellteilung, besonders Aster und Diaster, Pyknose (Kernverdichtung, Verklumpung) auf. Beim Diaster ist die Pyknose der Chromosomen vielleicht dafür verantwortlich, daß sich die Chromosomen in der Gegend der Äquatorialplatte nur unvollkommen voneinander loslösen, wodurch Chromatinbrücken entstehen, die die Tochterkerne miteinander verbinden. In Verbindung damit wird häufig eine Neigung der beiden Kernteilungsfiguren gegeneinander (Deviation der Sphären) beobachtet, deren Ursache die Verfasser in einer Verhinderung des normalen Auseinanderweichens durch die einseitige Chromatinbrückenbildung suchen. Außerdem treten Pseudoamitosen auf, die aus Diastern mit Brückenbildung hervorgehen oder dadurch entstehen, daß sich die gesamte chromatische Kernsubstanz allmählich in einen der beiden Tochterkerne zurückzieht, wobei zwei ungleich große Tochterzellen gebildet werden, von denen nur die größere einen Kern enthält.

In der *Zwischenzeit* findet eine Leukocyteninfiltration statt, die am 2. oder 3. Tage ihren Höhepunkt erreicht. Die Kerne zeigen, wie bekannt, Pyknose, Rhexis und Vakuolisation.

Während des *Sekundäraffektes* variiert die Zahl der Mitosen bei den einzelnen Versuchstieren sehr stark; die Zahl kann weit über die bei normalen Tieren hinausgehen, wodurch ein gewisser Ausgleich für die in der Zwischenzeit ausgefallenen Teilungen geschaffen werden mag. Pyknosen treten hier nur noch selten auf, dagegen meist Störungen, die sich in Ablenkung der Chromosomen während der Metakinese bemerkbar machen. Die Chromosomenschleifen sind häufig bis um 180° gedreht, die Chromosomen oder deren Bruchstücke sind bis an die Peripherie des Eies zerstreut. Die Zahl dieser abgelenkten Chromosomen ist sehr schwankend, manchmal größer als jene der zu einem Pol wandernden Chromosomen. Diese abgewichenen Chromosomen treten zu gleicher Zeit wie die normal zu den Spindelpolen gelangten in die Phase des Spirems ein und ballen sich zu verschieden großen, wie kleine ruhende Kerne aussehenden, Gebilden zusammen (Teilkerne). Diese Teilkerne sind für den Sekundäraffekt besonders charakteristisch. Auch hier wird häufig eine Deviation der Tochtersterne beobachtet, die wahrscheinlich mechanisch durch Verbindungen zwischen einzelnen Chromosomengruppen (Chromosomenbrücken) verursacht wird.

Die Übereinstimmung dieser abnormen Kernteilungsfiguren mit den bei Einwirkung von Wärme und Kälte, von chemischen Agenzien, von galvanischen und faradischen Strömen erzielten glauben die Verf. zugunsten des bereits von JOH. MÜLLER ausgesprochenen Satzes deuten zu dürfen, daß innerhalb gewisser Grenzen die verschiedensten Reize in den Kernelementen und vielleicht auch allgemein in gleichartigen Elementen der lebenden Substanz bei verschiedenen Lebewesen die gleiche Wirkung hervorbringen. WALTER LANDAUER.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.